

ACADEMIE ROYALE
des sciences, des lettres & des beaux-arts
DE BELGIQUE



Cette œuvre littéraire est soumise à la législation belge en matière de droit d'auteur.
Elle a été publiée et numérisée par l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique.

Utilisation

L'Académie royale de Belgique met gratuitement à la disposition du public les copies numérisées d'œuvres littéraires appartenant au domaine public : aucune rémunération ne peut être réclamée par des tiers ni pour leur consultation ni au prétexte du droit d'auteur.

Pour les œuvres ne faisant pas encore partie du domaine public, l'Académie royale de Belgique aura pris soin de conclure un accord avec les ayants droit afin de permettre leur numérisation et mise à disposition.

Les documents numérisés peuvent être utilisés à des fins de recherche, d'enseignement ou à usage privé.

Quiconque souhaitant utiliser les documents à d'autres fins et/ou les distribuer contre rémunération est tenu d'en demander l'autorisation à l'Académie royale de Belgique (Palais des Académies, rue Ducale, 1 - B-1000 Bruxelles), en joignant à sa requête, l'auteur, le titre et l'éditeur du ou des documents concernés.

Pour toutes les utilisations autorisées, l'utilisateur s'engage à citer, dans son travail, les documents utilisés par la mention « Académie royale de Belgique » accompagnée des précisions indispensables à l'identification des documents.

Par ailleurs, quiconque publie un travail – dans les limites des utilisations autorisées – basé sur une partie substantielle d'un ou plusieurs document(s) numérisé(s) s'engage à remettre ou à envoyer gratuitement à l'Académie royale de Belgique, un exemplaire ou à défaut, un extrait justificatif de cette publication.

Responsabilité

Malgré les efforts consentis pour garantir les meilleures conditions d'accessibilité et de qualité des documents numérisés, des défauts peuvent y subsister. L'Académie royale de Belgique décline toute responsabilité concernant les coûts, dommages et dépenses entraînés par l'accès et l'utilisation des documents numérisés. Elle ne pourra en outre être mise en cause dans l'exploitation subséquente des documents numérisés et la dénomination « Académie royale de Belgique » ne pourra être ni utilisée, ni ternie au prétexte d'utiliser des documents numérisés mis à disposition par elle.

Les liens profonds, donnant directement accès à une copie numérique particulière, sont autorisés si :

1. les sites pointant vers ces documents informent clairement leurs utilisateurs qu'ils y ont accès via le site web de l'Académie royale de Belgique ;
2. l'utilisateur, cliquant sur un de ces liens profonds, devra voir le document s'ouvrir dans une nouvelle fenêtre. Cette action pourra être accompagnée de l'avertissement « Vous accédez à un document du site web de l'Académie royale de Belgique ».

Reproduction

Sous format électronique

Pour toutes les utilisations autorisées mentionnées dans ce règlement, le téléchargement, la copie et le stockage des données numériques sont permis ; à l'exception du dépôt dans une autre base de données, qui est interdit.

Sous format papier

Pour toutes les utilisations autorisées mentionnées dans le présent texte, les fac-similés exacts, les impressions et les photocopies, ainsi que le copié/collé sont permis.

Références

Quel que soit le support de reproduction, la suppression des références à l'Académie royale de Belgique dans les copies numériques est interdite.

RECHERCHES
SUR
LES VARIATIONS NUMÉRIQUES
DES
CHROMOSOMES
DANS
LA SÉRIE VÉGÉTALE

PAR

E. MARCHAL

Membre de l'Académie royale de Belgique
Professeur de physiologie végétale à l'Institut agricole
de Gembloux.

Présenté à l'Académie le 31 juillet 1914, couronné par l'Académie
en sa séance publique du 6 décembre 1919.





RECHERCHES
SUR
LES VARIATIONS NUMÉRIQUES
DES
CHROMOSOMES
DANS
LA SÉRIE VÉGÉTALE

I. — Introduction.

Si l'on admet, comme une vérité provisoire, cette féconde hypothèse de travail : à savoir que le noyau constitue le support matériel de l'hérédité, on est amené à se demander comment cet élément se comporte dans la série des formes organiques.

Certes, les phénomènes de la caryocinèse, tant somatique que sexuelle, présentent, chez les êtres vivants, une unité si frappante qu'il n'est guère possible de trouver, dans les modalités de leur accomplissement normal, matière à comparaisons et à spéculations dans le domaine phylogénique.

Mais les chromosomes, ces éléments du noyau qui quintescent, en quelque sorte, l'ensemble des caractères spécifiques, sont, par leur nature même, qualifiés pour traduire, de la façon la plus rigoureuse, les affinités intimes qui existent entre les êtres.

La grande valeur des caractères tirés des chromosomes tient avant tout à ce fait que ces éléments réalisent, ainsi que



l'écrivaient tout récemment Gates et Thomas (1914, p. 535) :
 « The only visible structure which is of primary significance because it is transmitted as such from the previous generation, while all external features arise secondarily through the interaction of nucleus and cytoplasm as the organism develops. »

Malheureusement, l'imperfection relative de nos moyens d'observation nous fait voir les chromosomes, malgré leur complexité d'organisation certaine *a priori*, comme des corpuscules très petits, rudimentaires, ne livrant à l'analyse qu'un nombre très réduit d'éléments de différenciation. Ces caractères sont tirés de leurs dimensions, de leur forme et de leur nombre.

Procédons à un examen critique de la valeur de chacun d'eux en commençant par les *dimensions*.

Dans le domaine zoologique, Meek (1912) a émis cette hypothèse que la largeur des chromosomes, très constante, d'après lui, dans certains groupes importants, augmente progressivement dans la série animale. De $0.21\ \mu$ chez les Protozoaires, elle s'élève à 0.42 et $0.83\ \mu$ respectivement chez les Métazoaires inférieurs et chez les Métazoaires supérieurs.

Cette conception, quelque peu simpliste, n'a pas résisté à l'examen des faits et, tout récemment, Farmer et Digby (1914) ont montré, par des mensurations très minutieuses, portant à la fois sur des sujets empruntés aux deux règnes, qu'il n'y avait aucune corrélation entre l'épaisseur et, par conséquent, le volume des chromosomes et la parenté phylogénique.

C'est ainsi qu'ils ont trouvé, pour l'épaisseur d'un des segments des chromosomes hétérotypiques, les valeurs suivantes chez les plantes étudiées : *Crepis virens*, $1.2\ \mu$; *Primula floribunda*, 1.1 à $1.2\ \mu$; *Galtonia candicans*, 1 à $2.3\ \mu$; *Polypodium aureum*, 1.1 à $1.3\ \mu$; *Pellia epiphylla*, 1.1 à $2\ \mu$.

Au reste, sans se livrer à des mensurations d'ailleurs extrêmement délicates en la matière, tous les cytologistes ont été frappés par les dimensions, parfois très différentes, des chromosomes chez des espèces cependant voisines.



Je ne citerai, pour ma part, qu'un exemple de disproportion qui m'a paru tout à fait remarquable : celui de *Lamium Galeobdolon*, qui possède seize gros chromosomes hétérotypiques, tandis que *Lamium album* n'en possède que huit petits.

Au reste, les dimensions, et spécialement l'épaisseur des chromosomes, varient dans l'individu même, au cours du développement ontogénique.

Le chromosome somatique et les branches d'un geminus sont généralement très dissemblables. Farmer et Digby (1914) ont montré que les chromosomes des divisions oogoniales peuvent être plus larges que leurs correspondants dans les cinèses spermatogénétiques.

Il semble même que des facteurs externes, tels que la chaleur (Hertwig 1908), l'aliment (Conklin 1912) puissent, dans une certaine mesure, faire varier le volume des chromosomes.

Mais, si le manque de constance enlève à l'observation des dimensions des chromosomes une grande partie de sa valeur comme caractère des éléments nucléaires, il ne faut pas cependant en négliger systématiquement le concours.

Au contraire, l'étude des dimensions relatives des chromosomes, combinée avec celle des nombres, chez des espèces étroitement apparentées peut être, comme nous le verrons dans la suite, de nature à éclairer vivement leur filiation.

Très intéressante aussi est l'étude comparée des dimensions dans les cas, et ils paraissent nombreux chez les êtres vivants, où il existe une hétérogénéité réelle dans le contingent chromosomique d'une espèce.

Chez les plantes, sans qu'on ait noté jusqu'ici des individualités aussi marquantes dans les figures caryocinétiques que les hétérochromosomes des animaux, un dimorphisme, voire même un polymorphisme réel des chromosomes, a été, dans un certain nombre de cas, observé; minutieusement analysé, ce caractère peut acquérir une haute signification.

Remarquons à ce propos que, pour l'étude de ces faits, les cinèses somatiques livrent généralement des aspects plus



favorables; les chromosomes diploïdiques étant filamenteux montrent mieux l'inégalité éventuelle de taille qu'accentuée, encore souvent, la disposition par paires des éléments homologues.

Ajoutons toutefois que l'appréciation des différences de dimensions des chromosomes reste extrêmement délicate, expose à des erreurs faciles résultant surtout de ce fait que, suivant leur position au fuseau, ces corps se projettent sous des angles différents, ce qui donne aisément l'illusion de l'existence d'éléments hétérogènes.

La *forme* des chromosomes ne peut guère être utilisée comme critérium de différenciation.

On peut observer, dans une même plaque nucléaire hétérotypique, les diverses dispositions relatives des branches somatiques constitutives des gemini, c'est-à-dire les différents aspects possibles des chromosomes génétiques.

On peut d'autre part rencontrer, d'une espèce à une autre, des variations de formes de ces éléments; mais, telles que nous les définissons, avec nos moyens optiques actuels, ces différences sont généralement trop peu tranchées pour qu'elles méritent qu'on s'y arrête.

D'ailleurs, on peut concevoir que les dimensions et la forme des chromosomes puissent subir des modifications sans qu'il y ait altération de leurs propriétés fondamentales.

Les éléments essentiels des structures nucléaires, les chromomères auxquels semblent liés les déterminants et que nous nous représentons volontiers immuables dans leurs caractères, sont noyés dans un substratum achromatique visqueux, plastique, dont les contours, essentiellement modifiables, délimitent précisément les chromosomes.

Les variations de taille, les modifications de forme des chromosomes peuvent ainsi n'avoir aucun retentissement sur l'arrangement des particules héréditaires.

Il est vraisemblable d'admettre, d'ailleurs, que celles-ci ne représentent quantitativement qu'une faible partie de la masse



des chromosomes, car s'il en était autrement, comment comprendre qu'un nombre donné de chromosomes de même grosseur puisse être l'apanage à la fois d'une forme rudimentaire et d'une forme très évoluée, alors que la somme de caractères à « inscrire » se trouve être infiniment plus considérable dans le second cas ?

Examinons la question du *nombre*.

L'individualité des chromosomes, leur persistance à travers l'ontogénie des êtres sont, aujourd'hui, admises par presque tous les cytologistes.

Que ces éléments se conservent, durant l'intercinèse, sous l'aspect de corpuscules individualisés (*prochromosomes*) dont le nombre leur est alors typiquement équivalent, ou qu'ils s'alvéolisent en bandes anastomosées simulant un réseau peu visible, leurs constituants essentiels, les chromomères, se retrouvent, dès la prophase suivante, groupés en un nombre invariable de chromosomes.

Chez les formes en état d'équilibre héréditaire parfait, la constance du nombre des chromosomes, spécialement des chromosomes génétiques, ne paraît pas souffrir d'exceptions bien établies.

Dans les cinèses somatiques, une certaine variabilité a été observée chez quelques espèces.

Le cas le mieux observé semble être celui de *Vicia Faba*, minutieusement étudié par Lundegardh (1912).

D'ailleurs, il ne faut accorder qu'une importance relative, au point de vue de l'hérédité, aux irrégularités caryocinétiques qui se présentent parfois dans des tissus tels que les méristèmes radiculaires, l'endosperme, l'assise nourricière des sacs polliniques, etc., et qui ne peuvent pas retentir sur la constitution cytologique des cellules sexuelles.

Certes, des variations ont été signalées aussi dans le nombre des chromosomes hétérotypiques, mais il convient de discuter la valeur de ces exceptions à une loi générale, avant d'en admettre la réalité.



On ne peut voir dans les divergences d'opinions de plusieurs auteurs sur la valeur de n dans une espèce déterminée, une preuve de la variabilité de celle-ci. Presque toujours, il y a dans ces cas, en présence, un chiffre bien observé et une ou plusieurs mentions erronées.

D'autre part, il arrive souvent qu'un observateur, se trouvant devant un cas difficile de fixation du nombre des chromosomes, se serve de cette expression vague : la valeur de n ou de $2n$ « est comprise » ou « oscille » entre x et y .

Cette imprécision traduit plus l'hésitation de l'auteur qu'une variabilité réelle des nombres.

D'autre part, il est avéré que, dans les limites de beaucoup d'espèces, il existe des formes correspondant vraisemblablement à des espèces élémentaires, qui diffèrent entre elles par le nombre de leurs chromosomes.

Tels sont les cas observés par Kuwada (1911) chez *Zea Mays*, par Tischler (1911) chez *Musa sapientum*.

C'est qu'en effet, il semble que dans beaucoup de cas, la crise de mutation se traduit par un véritable ébranlement de la fixité des chiffres chromosomiques.

Cela résulte notamment des exemples classiques et déjà bien étudiés de certains *Oenothera* mutants.

Je ferai connaître, d'autre part, dans la suite de ce travail, que *Capsella Viguieri*, forme aberrante de *C. Bursa-pastoris*, diffère du type par un nombre de chromosomes réduit de moitié.

Les spores de diverses fougères, cytologiquement étudiées par Farmer et Digby (1910), montrent aussi des contingents chromosomiques variables.

L'hybridation entre espèces à nombre inégal de chromosomes occasionne, d'autre part, ainsi que nous le rappellerons dans la suite, des troubles numériques dans les chromosomes.

Mais, dans tous ces cas, on peut dire que l'on a affaire à des types en état de déséquilibre héréditaire.

Aucune observation bien sûre n'autorise donc à admettre que



chez les formes tout à fait stables, dans les lignées pures, par exemple, la valeur de n soit une constante.

Je ne considère évidemment pas comme un cas de variation numérique réelle celle que présente *Primula Kewensis* fertile, espèce chez laquelle Digby (1912) a constaté l'existence tantôt de dix-huit gemini, tantôt de dix-sept chromosomes hétérotypiques, dont un ayant la valeur d'une tétrade. Dans les deux cas, la valeur réelle de n est la même; seule, une variante d'arrangement des éléments distingue les deux contingents chromosomiques.

Indépendamment des dimensions, de la forme et du nombre des chromosomes, il y a encore un caractère cytologique qui mérite de fixer l'attention. Ce n'est pas, à proprement parler, un caractère du noyau, mais il est cependant d'émanation nucléaire : c'est le rapport entre les dimensions des cellules, celles des noyaux et le nombre des chromosomes.

Depuis que Hertwig a énoncé sa conception de la *Kern-plasmarelation*, les lois qui règlent, dans la cellule, l'interaction du protoplasme et du noyau ont fait l'objet de plusieurs travaux.

Dans le domaine végétal, elles ont été notamment précisées par El. et Em. Marchal, dans leurs recherches sur l'aposporie chez les Mousses (1911). Ayant créé expérimentalement, en provoquant leur développement aposporique, des races bi- et quadrivalentes de Mousses, ces auteurs ont eu ainsi à leur disposition un matériel éminemment favorable pour l'élucidation du problème.

La conclusion à laquelle ils sont arrivés est que, dans les races bi-plurivalentes de Mousses, il se manifeste une proportionnalité directe et étroite entre le nombre de chromosomes, d'une part, le volume du noyau et celui de la cellule, d'autre part.

Comme il s'agit, en l'espèce, de cellules méristématiques exemptes de vacuoles, le volume de la cellule correspond sensiblement à la masse du protoplasme.

Dans leur récent mémoire, Farmer et Digby (1914) expriment

l'opinion que le nombre des chromosomes envisagé chez des formes étroitement apparentées est loin d'être toujours en rapport avec le volume des cellules.

Tandis que chez les spores de *Athyrium Filix-femina*, dont le nombre $2n$ de chromosomes varie de 76 à 100, on remarque parallèlement un accroissement notable, mais non proportionnel, du volume des cellules, chez les formes de *Nephrodium Filix-mas*, aucun rapport ne se manifeste entre les éléments.

En revanche Gates (1909), dans ses études comparatives de *Oenothera Lamarckiana* et de son mutant bivalent *O. gigas*; Tischler (1910), dans ses observations sur les variétés hétérochromosomiques de *Musa sapientum*, ont constaté qu'à l'augmentation du nombre des chromosomes correspondait une augmentation, non toujours étroitement proportionnelle mais réelle, du volume des cellules.

Il ne faut pas s'étonner, d'ailleurs, que la loi de proportionnalité énoncée par El. et Em. Marchal pour le cas des Mousses ne s'applique pas; dans sa rigueur absolue, à d'autres exemples de variations chromosomiques.

Les Mousses aposporiques constituent, en effet, des productions expérimentales récentes, étudiées par leurs créateurs dès leur genèse, et chez lesquelles l'influence modificatrice du temps ne s'est pas encore exercée.

Il est vraisemblable qu'au cours des générations successives, il s'opère chez une forme qui a acquis, du fait de l'hyperchromatisme, des cellules géantes, un réarrangement interne progressif imposé par certaines nécessités physico-mécaniques, réarrangement qui amène une sorte de régulation des dimensions cellulaires.

Néanmoins, il semble qu'en thèse générale, les variations numériques des chromosomes retentissent, tout au moins dans une certaine mesure, sur le volume du protoplasme et, par conséquent, sur celui des cellules jeunes.

Cela suffit pour que, dans certains cas, les variations de volume des cellules constituent un indice de modifications



intimes du noyau, indice d'autant plus précieux qu'il est plus aisé à observer.

Quoi qu'il en soit, le *nombre* des chromosomes apparaît encore comme le caractère cytologique non seulement le plus tangible, mais encore le plus constant.

C'est ce qui m'a engagé à en faire le thème essentiel de la présente étude des variations des caractéristiques nucléaires dans la série végétale.

C'est à Strasburger que l'on doit cette idée de faire appel à la cytologie pour aider à la résolution de certains problèmes systématiques.

Ses recherches classiques sur *Alchimilla* (1904b), sur *Drymis* (1905b), sur *Marsilia* (1907), sur *Wikstroemia* (1910c) et d'autres, les suggestions développées dans son ouvrage *Chromosomenzahl* (1910) ont orienté la voie des chercheurs.

Une nouvelle école cytologique est née, à tendance phylogénique, qui travaille à éclairer, par l'étude des mécanismes nucléaires, les problèmes de la filiation des êtres.

Les faits acquis jusqu'à ce jour sont déjà importants ; je les rencontrerai dans la suite de cet exposé, et le moment paraît venu de pouvoir en tenter la synthèse.

J'essayerai de la dégager à la lumière de l'ensemble des observations des auteurs et des résultats de mes propres recherches.

II. — Recherches cytologiques.

Le but essentiel des recherches cytologiques qui vont être exposées étant, comme il a été dit, la détermination du nombre des chromosomes génétiques, on s'est adressé à la phase de l'ontogénie qui convient le mieux pour ce genre d'observations, à savoir, les cinèses de maturation des microspores.

Le matériel prélevé de 11 heures à midi au printemps, de 8 à 10 heures du matin en été, a été fixé à l'aide de l'alcool



acétique (alcool absolu, trois parties; acide acétique glacial, une partie), plus rarement à l'aide de la liqueur de Flemming.

La technique suivie est celle qui est devenue classique à l'Institut botanique de Bonn et que H. Sieben, l'habile collaborateur pratique du regretté Ed. Strasburger, a vulgarisée dans son récent petit manuel : *Einführung in die botanische Mikrotechnik*, Iéna 1913. La coloration à l'hématoxyline ferrique, d'après Heidenhain, a été seule utilisée.

Désireux de multiplier le nombre des déterminations chromosomiques, j'ai négligé, dans l'étude des préparations, l'examen des autres faits cytologiques qui, à chaque instant, sollicitaient mon attention, me réservant d'y revenir éventuellement dans la suite.

Les observations effectuées peuvent être classées sous trois rubriques :

A. Les nombres chromosomiques dans le genre *Campanula* et chez quelques autres Campanuloïdées.

B. Les nombres chromosomiques chez les Compositacées Liguliflores.

C. Les nombres chromosomiques chez quelques espèces de familles diverses.

A. — LES NOMBRES CHROMOSOMIQUES DANS LE GENRE *Campanula* ET CHEZ QUELQUES AUTRES CAMPANULOÏDÉES.

Étudiant la microsporogénèse de *Campanula grandis*, J.-B. Overton (1905) a décrit les diverses phases de la maturation et a reconnu l'existence, chez cette espèce, de huit chromosomes génétiques.

D'autre part, Armand (1912) signale chez *C. Rapunculus* $n = 10$ et chez *C. rotundifolia* $n = 20$.

Ayant observé, chez un autre représentant du genre, *C. Medium*,

une valeur de n encore différente, j'entrepris une étude cytologique d'un nombre d'espèces dont le total s'élève à l'heure actuelle à vingt-six.

Les Campanules constituent un matériel relativement très favorable pour l'étude des variations numériques des chromosomes.

Ces dernières sont, comme nous le verrons, multiples et étendues.

D'autre part, les chromosomes sont bien distincts et les figures très claires. Les phases de la maturation s'accomplissent avec une régularité qui leur donne souvent un aspect en quelque sorte schématique.

Celles qui conviennent le mieux pour l'évaluation du nombre des chromosomes sont : la métaphase hétérotypique et surtout la métaphase homotypique, dont les vues polaires sont souvent d'une remarquable netteté.

J'examinerai les espèces étudiées en suivant un classement basé sur le nombre des chromosomes.

TYPES à $n = 8$. — Des préparations réussies de *C. grandis* m'ont fourni une confirmation des résultats d'Overton, quant à la valeur de n chez cette espèce.

Une organisation analogue de la chromatine m'a été révélée chez *C. persicifolia*.

A la métaphase, les gemini se projettent en une plaque équatoriale régulière, généralement assez tassée, mais dans laquelle il est aisé de reconnaître la présence de huit éléments (fig. 1, pl. I).

Attachés en superposition au fuseau, les chromosomes unitaires cheminent ensuite souvent très régulièrement vers les pôles. La division anaphasique s'accomplit, mais n'est guère visible et ne se traduit que tardivement par la forme en V, à branches courtes et peu écartées, des chromosomes télophasiques.

Durant l'intercinèse, d'ailleurs courte, les chromosomes légèrement vacuolisés et anastomosés, par de fins tractus lininiens,

restent bien individualisés dans le noyau, où se montre un nucléole colorable.

La métaphase II est remarquable de netteté.

Les cinèses jumelles se produisent parfois dans le même sens, le plus souvent cependant en direction perpendiculaire (fig. 2, pl. I); elles montrent les huit chromosomes, généralement très réguliers de forme, de dimensions et de disposition.

Le chiffre 8 peut être encore contrôlé dans les couronnes polaires télophasiques, où les chromosomes haploïdiques apparaissent sous l'aspect d'éléments ovoïdes et relativement petits.

Le cours des phénomènes de maturation est tout à fait identique chez *C. phycidocalyx*.

TYPES à $n = 10$. — Chez *Campanula Rapunculus*, on observe, à la métaphase I, dix gemini.

A la métaphase homotypique, ce chiffre apparaît très nettement (fig. 3, pl. I).

Il semble y avoir un certain polymorphisme chromosomique : l'un des éléments est manifestement plus gros, trois ou quatre sont moyens et le reste de taille un peu inférieure.

Toutefois, je n'ose accorder une grande valeur à ces différences que j'ai été incapable de retrouver chez *C. Lorey* et *C. macrosyla*, espèces qui, pour le reste, ne se distinguent pas sensiblement de *C. Rapunculus* au point de vue cytologique.

TYPE à $n = 13$. — Ce type est représenté par *C. primulaefolia*.

A la métaphase I (fig. 4., pl. I) et surtout à la métaphase II (fig. 5, pl. I), j'ai constaté l'existence de deux chromosomes manifestement plus petits qui semblent le résultat de la division d'un chromosome unitaire.

TYPE à $n = 17$. — C'est l'étude de *C. Medium* qui m'a fait connaître la première forme à $n = 17$ dans le genre *Campanula*. La figure 6, planche I, représente une métaphase hétérotypique montrant ce nombre de gemini.



Ceux-ci sont manifestement plus petits que ceux des espèces à $n = 8$.

La valeur de n apparaît surtout clairement à la métaphase homotypique, toujours remarquablement nette (fig. 1, pl. II).

Les espèces suivantes montrent une organisation de la chromatine très semblable à celle de *C. medium* : *C. betonicaefolia*, *C. sarmatica*, *C. nobilis*, *C. barbata*, *C. latifolia*, *C. Trachelium*.

Chez *C. garganica*, *C. caespitosa*, *C. fragilis*, *C. Portenschlagiana*, *C. pusilla*, la valeur de n est la même, mais les chromosomes m'ont paru un peu plus petits.

En revanche chez *C. pyramidalis* et chez *C. glomerata*, les 17 gemini m'ont semblé sensiblement plus gros que chez *C. Medium*.

Types à $n = 34$. — Cette valeur double de 17 est l'apanage de *C. rotundifolia* et de *C. Hostii*.

La figure 2 (pl. II) montre une métaphase hétérotypique chez la première de ces deux espèces.

Types à $n = 51$. — Ce chiffre, qui est le plus élevé de ceux qui ont été observés jusqu'ici pour n , chez les Dicotylédones, a été noté chez *C. rapunculoides* (fig. 3, pl. II).

Il ressort nettement de l'étude des plaques équatoriales des cinèses maturatives I et II.

De nombreuses numérations, la plupart tout à fait concordantes, ont permis de le fixer avec certitude.

Il convient d'attirer l'attention sur les relations existant, chez les formes à 17, 34 et 51 chromosomes, entre les nombres et les dimensions des éléments.

Il ressort déjà clairement de l'examen comparatif des figures 6 (pl. I), 2 et 3 (pl. II) qu'au fur et à mesure que s'accroît la valeur de n , diminue la taille des chromosomes, tandis que le volume de la cellule reste sensiblement constant.

Des mensurations et des cubages de chromosomes ont permis de préciser ce fait important.



Dans des plaques équatoriales hétérotypiques en vue rigoureusement polaire, les chromosomes métaphasiques se trouvent régulièrement orientés.

On peut, avec de réelles chances d'exactitude, apprécier leur forme globuleuse ou ellipsoïdale et mesurer deux de leurs dimensions.

C'est ce qui a été fait comparativement chez *C. Medium* (à $n = 17$), *C. rotundifolia* (à $n = 34$) et *C. rapunculoides* (à $n = 51$).

Les chromosomes ont été ensuite cubés comme ellipsoïdes en appliquant la formule $V = \frac{4 - a^2 b}{3}$, dans laquelle a représente la moitié de l'épaisseur et b la moitié de la longueur du chromosome.

Les rapports moyens constatés entre les volumes sont les suivants :

Rapport entre les volumes chromosomiques de *C. Medium* et *C. rotundifolia* : 1 : 1,84.

Rapport entre les volumes chromosomiques de *C. rotundifolia* et *C. rapunculoides* : 1 : 1,51.

Comme on le voit, il se manifeste une véritable corrélation inverse entre le nombre et le volume des chromosomes chez ces trois espèces de Campanules, corrélation qui a pour conséquence une véritable constance de la masse chromatique totale.

Cette constance explique le fait que les dimensions des cellules mères restent sensiblement les mêmes chez les trois espèces.

La relation nucléoplasmique présente donc dans les limites du groupe *Medium* une remarquable uniformité.

En revanche, dès que l'on envisage des espèces moins intimement apparentées, on constate l'existence d'autres rapports.

Je n'en donnerai comme preuve que ce fait que la comparaison entre les volumes des chromosomes chez *C. Medium* (à $n = 17$) et *C. persicifolia* (à $n = 8$) donne le rapport 1 : 3,2.

J'ai étendu mes essais de numération chromosomique à quelques autres genres de Campanuloïdées.

C'est ainsi que j'ai noté :

$n = 8$ chez *Codonopsis ovata* et chez *Platycodon grandiflorum* ;

$n = 10$ chez *Specularia Speculum* ;

$n = 13$ chez *Phyteuma Chamaelioides* ;

$n = 16$ chez *Hedraeanthus divaricatus* ;

$n = 17$ chez *Adenophora polymorpha* et *A. denticulata*.

B. — LES NOMBRES CHROMOSOMIQUES CHEZ LES COMPOSITACÉES LIGULIFLORES.

Les Compositacées Liguliflores ont fait déjà l'objet de quelques études cytologiques importantes.

Ce groupe emprunte son intérêt, d'une part, à ce fait qu'il compte les espèces chez lesquelles la valeur de n représente le minimum observé jusqu'ici chez les Phanérogames ($n = 3$) et, d'autre part, à l'existence fréquente de phénomènes d'apogamie.

Il renferme de plus, de l'avis de la plupart des systématiciens, les types les plus hautement évolués du règne végétal.

Je m'étais tout d'abord fixé comme programme d'étudier le plus grand nombre possible d'espèces du genre *Crepis*, genre chez lequel les observateurs avaient noté, dans les quelques types étudiés, des différences intéressantes de valeurs de n .

Dans la suite, j'ai élargi le cadre de ces investigations à quelques autres types du groupe.

Je rendrai compte tout d'abord du résultat de mes observations sur les *Crepis*.

Juel (1905) a, le premier, étudié une espèce de ce genre et a noté $n = 4$ chez *C. tectorum*.

Rosenberg (1909b) a observé chez *C. virens* une valeur de n encore plus faible : $n = 3$. En revanche, Tahara (1910) a compté

$n = 8$ chez *C. japonica* et plus tard, en collaboration avec Ishikawa (1911), $n = 5$, chez *C. lanceolata* var. *platyphyllum*.

Ultérieurement, Beer (1912) a confirmé les résultats de Rosenberg relativement à *C. virens* et a trouvé le double du contingent chromosomique de ce dernier soit $n = 6$ chez *C. taraxacifolia*.

Enfin Digby (1914) réobserve la valeur de $n = 3$ pour *C. virens*, mais compte $n = 4$ chez *C. taraxacifolia*.

Mes observations ont porté sur les espèces suivantes : *C. alpina*, *C. bellidifolia*, *C. foetida*, *C. rubra*, *C. aspera*, *C. aculeata*, *C. Dioscoridis*, *C. virens*, *C. biennis*, *C. lacera*, *C. japonica*, *C. blattarioides*.

La détermination du nombre des chromosomes chez les *Crepis* n'est guère aussi aisée que pourrait le faire préjuger le petit nombre de ces éléments.

C'est à l'état de chromosomes définitifs, immédiatement avant la diakinèse que leur individualité est le mieux saisissable; ils se présentent alors constitués de deux branches relativement longues, tantôt simplement rapprochées, tantôt enlacées, tantôt unies à l'une des extrémités et divergentes.

Les gemini sont généralement plus ou moins appliqués contre la membrane nucléaire, entourant un nucléole gros, colorable et persistant (fig. 4 et 5, pl. II).

La diakinèse proprement dite montre des gemini fortement raccourcis et étroitement rapprochés en une masse compacte difficile à définir.

A la métaphase hétérotypique, d'ailleurs très fugace, les chromosomes, très rapprochés, parfois même à branches réciproquement plus ou moins enlacées, se confondent souvent et leur évaluation numérique est généralement malaisée.

La télophase I est fréquemment claire et favorable à la numération, les chromosomes en V épais formant des couronnes polaires parfois très nettes (fig. 3, pl. III).

Contrairement à ce que laissaient espérer les résultats des observations antérieures, une grande uniformité a été constatée dans les valeurs de n chez les espèces que j'ai étudiées.



A l'exception de *Crepis virens* et de *C. biennis*, toutes possèdent quatre chromosomes génétiques.

Chez *C. virens*, j'ai réobservé les variations de taille des trois gemini (un gros, un moyen, un petit) signalées par Rosenberg (1909) et revues par Beer (1912) et Digby (1914).

Toutefois, je suis tenté de croire que la distinction entre un chromosome moyen et un petit est plus apparente que réelle. La disposition des branches des gemini, le mode d'attache au fuseau, peuvent créer entre des éléments, cependant de même valeur quantitative, des différences d'aspect et de dimensions purement illusoires.

D'ailleurs, chez une forme de *C. virens*, à tige légèrement pubescente à la base, prélevée dans une pelouse à Gembloux, mais rentrant néanmoins dans le cycle des variations de l'espèce, j'ai constaté l'existence d'une autre disposition de la matière chromatique.

Au début de la diakinèse, on observe ici un très gros geminus et deux éléments manifestement plus petits et sensiblement égaux.

Les figures 4, 5, 6, pl. II, montrent l'aspect des chromosomes diakinétiques chez *C. virens* type et chez la forme pubescente.

Notons que le mégachromosome de cette dernière est plus gros qu'un des gemini des formes à $n = 4$; de plus, ses branches paraissent souvent, à leur tour, constituées de deux unités.

On a l'impression d'être en présence d'un élément quadri-valent, résultat d'une fusion chromosomique.

Très voisin cependant de *C. virens*, *C. biennis* en est totalement différent au point de vue cytologique.

Digby (1914) signale déjà que les chromosomes de cette espèce sont trop nombreux pour être numérables avec certitude.

Une série de préparations très claires m'a permis de fixer la valeur de n chez cette espèce; elle est de seize.

Une comparaison entre les aspects des cellules mères au début de la diakinèse chez *C. biennis* et chez *C. lacera*, espèces de la même section du genre (*Eucrepis*) à $n = 4$, montre que les



seize chromosomes du premier ne sont pas beaucoup moins volumineux que les quatre du second. Il s'ensuit que la masse chromatique chez *C. biennis* est beaucoup plus considérable que chez *C. lacera*, ce qui se traduit, d'ailleurs, par des dimensions beaucoup plus grandes des cellules mères (comparez les fig. 1, 4 et 5, pl. III).

Chez *C. biennis*, les gemini, plus petits, plus trapus que chez les autres *Crepis*, restent plus distincts à la métaphase I et constituent des plaques équatoriales relativement claires (fig. 6-19, pl. III).

Nous discuterons ultérieurement les relations qui existent entre les diverses valeurs de n dans le genre *Crepis*.

Bornons-nous à constater, pour le moment, que le chiffre 4 est celui de la grande majorité des espèces.

J'ai retrouvé ce chiffre chez toute une série de Liguliflores, chez *Urospermum picrioides*, *Picris Sprengeriana*, *P. (Helminthia) echioides*, et chez *Scorzonera hispanica*.

Son multiple direct : 8 a été observé chez *Catananche coerulea*, chez *Mulgedium alpinum*, chez *Lactuca perennis* et *L. virosa*, chez *Sonchus oleraceus*.

En revanche *Lapsana communis* et *Leontodon autumnalis* m'ont montré 6 chromosomes génétiques.

Nous rapprocherons dans la suite ces chiffres de ceux déjà signalés par les auteurs chez d'autres Liguliflores.

C. — LES NOMBRES CHROMOSOMIQUES CHEZ QUELQUES ESPÈCES DE FAMILLES DIVERSES.

Au cours des tâtonnements auxquels a donné lieu la recherche d'un sujet d'études présentant des variations chromosomiques nombreuses et étendues tel que le genre *Campanula*, j'ai été amené à faire, dans des groupes divers, des déterminations de valeurs de n dont je vais encore indiquer les résultats.

Plusieurs de ces observations concernent des espèces isolées et n'ont d'intérêt que comme jalons pour des études futures.

Les espèces envisagées, à l'exception de *Bryum argenteum*, (chez lequel j'ai noté 10 chromosomes haploïdiques), appartiennent toutes aux Phanérogames Angiospermes.

GRAMINACÉES :

J'ai relevé les valeurs de n chez les espèces suivantes :

Andropogon Sorghum $n = 10$;

Alopecurus pratensis $n = 14$;

Anthoxanthum odoratum $n = 8$.

Les *Paspalum dilatatum* et *stoloniferum* se sont montrés très différents au point de vue cytologique. Le premier possède 20 chromosomes génétiques, le second, la moitié. Les dimensions des chromosomes dans les deux espèces, ainsi qu'il résulte de la comparaison des fig. 1 et 2, pl. IV, sont sensiblement identiques.

La présence d'une masse chromatique double chez *Paspalum dilatatum* a eu pour conséquence une augmentation considérable des dimensions des cellules mères polliniques.

RENONCULACÉES :

J'ai observé avec netteté $n = 12$ chez *Ranunculus repens*.

PAPAVÉRACÉES :

J'avais étudié les chiffres chromosomiques chez *Chelidonium majus* et chez *C. laciniatum* et fixé leur valeur à 6, lorsque j'ai pris connaissance du travail de von Bönicke (1911), qui renseigne 8 chromosomes génétiques chez ces espèces.

La netteté des figures que j'ai étudiées ne me laisse cependant aucun doute au sujet de l'exactitude de mes déterminations.

CRUCIFÉRACÉES :

Rosenberg (1904), puis Laibach (1907), ont successivement observé chez *Capsella Bursa-pastoris* les valeurs $n = 16$, $2n = 32$.

J'ai eu l'occasion de rechercher si les mutants de cette espèce,

C. Heegeri la forme à siliques uniloculaires et *C. Viguiéri* la forme à fascies et à fruits tétraloculaires, avaient les mêmes caractères cytologiques que le type.

J'ai observé chez *C. Heegeri* 16 chromosomes génétiques, tandis que chez *C. Viguiéri* ce nombre est exactement de moitié : $n = 8$.

Je reviendrai ailleurs sur ce nouveau cas de variation chromosomique chez une forme mutante.

OMBELLACÉES :

Aucune observation cytologique n'avait été faite jusqu'ici sur des représentants de cette famille.

Les Ombellacées semblent cependant constituer un matériel favorable pour l'observation des phénomènes nucléaires. La disposition des fleurs permet de réunir dans une même préparation des organes présentant tous les stades de la maturation.

D'autre part, les figures et, notamment, les métaphases homotypiques m'ont paru très claires.

C'est ainsi qu'il m'a été relativement aisé de déterminer la valeur de n chez *Myrrhis odorata* ($n = 11$) et chez *Anthriscus Cerefolium* ($n = 9$).

PRIMULACÉES :

Digby (1912) a étudié le cours des phénomènes maturatifs chez *Primula floribunda* et *P. verticillata* et fixé à 9 la valeur de n chez ces deux espèces, chiffre que l'auteur a retrouvé chez l'hybride qui en provient, *P. Kewensis*.

Cette forme était primitivement stérile, ne produisant que des fleurs mâles. Dans la suite, cependant, une fleur femelle s'étant montrée, on la féconda avec le pollen de l'hybride et l'on obtint une forme fertile qui s'est, depuis, reproduite fidèlement par le semis.

Chose curieuse, tandis que l'hybride stérile montre $n=9$, dans le type fertile, on compte, tantôt 18 gemini, tantôt



16 chromosomes bivalents et un élément dont la nature tétravalente est manifeste, soit 17 chromosomes au total.

Digby se montre assez porté à croire que la présence de cette tétrade est un signe de la nature hybride du type étudié.

Nous verrons plus loin cependant que cette particularité n'est pas propre à *P. Kewensis* fertile.

D'autre part Gregory (1909, 1912, 1914) a étudié les caractères cytologiques de *Primula sinensis* type et ceux d'une forme géante de cette espèce.

Tandis que, pour le type, l'auteur fixe déjà dans son premier mémoire la valeur de n à 12, pour la forme géante il indique d'abord le même nombre (1909) puis (1912) conclut à un nombre plus élevé mais non déterminé.

Tout récemment (1914) il reconnaît la nature tétraploïdique du type aberrant, qui compterait ainsi 24 chromosomes génétiques.

A l'occasion d'une étude des caractéristiques cytologiques éventuelles de l'hétérostylie, j'ai été mis à même de fixer la valeur de n chez quelques autres espèces du genre *Primula*.

P. elatior (fig. 3, pl. IV) et *P. officinalis* m'ont montré 9 chromosomes génétiques, de même que *P. farinosa*.

Chez *P. obconica*, *P. malacoides* et *P. Bulleyana*, j'ai noté $n = 12$.

Toutefois chez la première de ces espèces, au lieu de 12 gemini (fig. 4, pl. IV), on observe souvent 10 chromosomes doubles et un élément beaucoup plus gros répondant vraisemblablement à une tétrade et correspondant au mégachromosome observé par Digby chez *P. Kewensis* fertile (fig. 5, pl. IV).

Enfin *P. Auricula* compte 27 gemini dans des cellules mères sensiblement plus grandes que celles des types à 8 et à 12 chromosomes (fig. 6, pl. IV).

LABIACÉES :

Cette famille n'était pas encore représentée dans l'inventaire des valeurs chromosomiques.



Ces végétaux, de même que les Borraginacées, m'ont paru fournir d'ailleurs difficilement de bonnes préparations, la différenciation des éléments nucléaires restant souvent diffuse.

Néanmoins j'ai pu observer, chez *Lamium Galeobdolon*, 16 gemini de dimensions plutôt considérables et, chez *Lamium album*, 8 chromosomes relativement petits.

SOLANACÉES :

Citons, pour clore cette liste de documents numériques, les valeurs : $n = 10$ observées avec netteté chez *Schizanthus pinnatus* et $n = 36$ chez *Atropa Belladonna*.

III. — Relations entre le nombre des chromosomes et la position systématique des espèces.

L'examen critique des résultats des recherches cytologiques, qui viennent d'être exposés et qui portent sur septante-huit espèces, permettrait certes déjà de se livrer à des spéculations intéressantes sur les relations éventuelles existant entre le nombre des chromosomes et les affinités systématiques.

Toutefois, pour faire porter l'étude de ce problème sur le plus grand nombre possible de faits, il m'a paru nécessaire de dresser, à la suite d'un dépouillement méthodique de la littérature cytologique, un inventaire des cas étudiés par les auteurs.

Les espèces envisagées, tant par ces derniers que par moi-même, ont été rangées par ordre systématique en un tableau qui donne, pour chacune d'elles, les chiffres n et $2n$ signalés, le nom de l'observateur et l'année de la publication du mémoire. Ces éléments permettent de trouver aisément l'indication bibliographique complète correspondante dans l'index alphabétique des sources, inséré à la fin de ce mémoire.

J'ai, pour la classification des types, suivi, autant qu'il a été possible, A. Engler et E. Gilg, *Syllabus der Pflanzenfamilien*, Berlin 1912.



Pour le classement des genres phanérogamiques non compris dans cet ouvrage, on a utilisé C.-G. Della Torre et H. Harnes, *Genera Siphonogamarum*, 1900-1907.

Pour établir une énumération des espèces empreinte du même esprit systématique, on s'est inspiré le plus souvent de A. Engler et K. Prantl, *Die natürlichen Pflanzenfamilien*, et, à défaut d'indications dans cet ouvrage, des travaux de divers monographes.

Je tiens à signaler qu'il n'a pas été inséré dans le tableau les mentions de doute, très variables d'ailleurs, qui, dans bon nombre de cas, ont traduit les hésitations des auteurs dans la fixation du chiffre chromosomique.

Tableau systématique des espèces.

ESPÈCES.	Valeurs de <i>n</i> .	Valeurs de 2 <i>n</i> .	OBSERVATEURS.
I. — Schizophyta.			
OSCILLATORIACEAE :			
<i>Oscillatoria Froelichia</i>	32		Olive, 1905.
— <i>princeps</i>	32		Olive, 1905.
<i>Phormidium</i>	16		Olive, 1905.
NOSTOCACEAE :			
<i>Nostoc</i>	8		Olive, 1905.
RIVULARIACEAE :			
<i>Calothrix</i>	16		Olive, 1905.
CHROOCOCCACEAE :			
<i>Gloeocapsa</i>	8		Olive, 1905.
II. — Myxomycetes.			
PLASMIDIOPHORACEAE :			
<i>Spongospora subterranea</i>	8		Osborn, 1911.

— 26 —

ESPÈCES.	Valeurs de <i>n</i> .	Valeurs de 2 <i>n</i> .	OBSERVATEURS.
PHYSARIACEAE :			
<i>Fuligo varians</i>		12	Harper 1900b.
<i>Badhamia utricularis</i>	8	14-15	Jahn, 1911.
— <i>punicea</i>	8	14-15	Jahn, 1911.
V. — Bacillariophyta.			
BACILLARIACEAE :			
<i>Surirella calcarata</i>	16 et plus		Lauterborn, 1896.
VI. — Conjugatae.			
ZYGNEMATACEAE :			
<i>Zygnema stellinum</i>	14	25-28	Kurssanow, 1912.
— <i>spec.</i>	30 et plus		Merriman, 1912.
<i>Spirogyra longata</i>	10-12	20-22	Trondle, 1911.
— <i>neglecta</i>	5-6	12	Trondle, 1911.
— <i>nitida</i>	12		Berghs, 1906.
— <i>jugalis</i>	14	28	Karsten, 1908.
— <i>crassa</i>	14		Merriman, 1913.
— —	12		Moll, 1893.
— <i>calospora</i>	9	18	Trondle, 1911.
— <i>polytaeniata</i>	12		Moll, 1893.
VII. — Chlorophyceae.			
OEDOGONIACEAE :			
<i>Oedogonium cyathigerum</i>	19		Van Wisselingh, 1908.
CLADOPHORACEAE :			
<i>Cladophora glomerata</i>		plus de 30	Nemec, 1910b.
VIII. — Charophyta.			
CHARACEAE :			
<i>Chara fragilis</i>		24	Debsky, 1897
IX. — Phaeophyceae.			
ECTOCLADACEAE :			
<i>Stypocaulon scoparium</i>	20	40	Swingle, 1897.

ESPÈCES.	Valeurs de n.	Valeurs de 2 n.	OBSERVATEURS.
CUTLERIACEAE :			
<i>Zanardinia collaris</i>	22	44	Yamanouchi, 1913.
<i>Cutleria multifida</i>	24	48	Yamanouchi, 1909 et 1912.
FUCACEAE :			
<i>Ascophyllum nodosum</i>	14-15	26-30	Farmer et Williams, 1897
<i>Fucus platycarpus</i>	30		Strasburger, 1897.
— <i>vesiculosus</i>	32	64	Yamanouchi, 1909b.
<i>Cystoseira barbata</i>	18-20		Nienburg, 1910.
DICTYOTACEAE :			
<i>Dictyota dichotoma</i>	16	32	Mottier, 1900.
— <i>spec.</i>	16	27-32	Williams, 1904.
X. — Rhodophyceae.			
HELMINTHOCADIACEAE :			
<i>Nemalion spec.</i>	8	16	Wolfe, 1904.
DELESSERIACEAE :			
<i>Delesseria sanguinea</i>	20	40	Svedelius, 1911.
RHODOMELACEAE :			
<i>Polysiphonia violacea</i>	20	40	Yamanouchi, 1906.
CERAMIACEAE :			
<i>Griffithsia Bornetiana</i>	7	14	Lewis, 1909.
XI. — Eumycetes.			
MUCORACEAE :			
<i>Mucor spec.</i>	2	4	Moreau, 1911.
<i>Sporodinia grandis</i>	2		Lindner, 1908.
ENTOMOPHTHORACEAE :			
<i>Basidiobolus ranarum</i>	20		Fairchild, 1897.
— —	60		Olive, 1907.



ESPÈCES.	Valeurs de <i>n</i> .	Valeurs de 2 <i>n</i> .	OBSERVATEURS.
ALBUGINACEAE :			
<i>Albugo candida</i>	12-16		Wager, 1896.
— —	16		Krüger, 1910.
— <i>Portulaccae</i>	16		Berlese, 1897.
— <i>Bliti</i>	12		Stevens, 1899.
PERONOSPORACEAE :			
<i>Peronospora Ficariae</i>	16		Krüger, 1910.
SAPROLEGNACEAE :			
<i>Saprolegnia monoïca</i>	10 14		Claussen, 1908.
— <i>spec.</i>	4		Hartog, 1899.
— <i>mixta</i>	4		Davis, 1903.
<i>Achlya De Baryana</i>	4	8	Trow, 1904.
— <i>americana</i>	4		Trow, 1899.
OLPIDIACEAE :			
<i>Olpidiopsis spec.</i>	6		Barrett, 1912.
SYNCHYTRIACEAE :			
<i>Synchytrium decipiens</i>	4		Griggs, 1909.
— <i>Puerariae</i>	5		Kusano, 1907.
— <i>Taraxaci</i>	4		Bally, 1911.
OOCHYTRIDIACEAE :			
<i>Polyphagus Euglenae</i>	10-12		Wager, 1913.
PYTHIACEAE :			
<i>Pythium de Baryanum</i>	4		Miyake, 1901.
— <i>ultimum</i>	8		Trow, 1901.
ERYSIBACEAE :			
<i>Sphaerotheca Castagnei</i>	4		Dangeard, 1903.
<i>Erysiphe communis</i>	8		Harper, 1905.
<i>Phyllactinia corylea</i>	8		Harper, 1905.
<i>Microsphaera Alni</i>	8		Sands, 1907.
PERISPORIACEAE :			
<i>Capnodium spec.</i>	2		Arnaud, 1913.



ESPÈCES.	Valeurs de n.	Valeurs de 2 n.	OBSERVATEURS.
EUTUBERACEAE :			
<i>Hydnobolites spec</i>	4 ou 5		Faull, 1905.
PHACIDIACEAE :			
<i>Rhytisma acerinum</i>	4		Maire, 1904, 1905.
PYRONEMATACEAE :			
<i>Pyronema Omphalodes</i>	10		Harper, 1900.
— —	4		Dangeard, 1903.
PEZIZACEAE :			
<i>Humaria granulata</i>	4	8	Fraser et Brooks, 1909.
— <i>rutilans</i>	16		Guillermond, 1904 et 1905.
— —	8	16	Fraser, 1908.
<i>Aleuria aurantia</i>	2	4	Fraser et Welsford 1908.
<i>Geopyxis (Peziza) Catinus</i>	16		Guillermond, 1903.
<i>Plicaria (Galactinia) succosa</i>	4		Maire, 1903.
— — —	8		Guillermond, 1905.
<i>Pustularia vesiculosa</i>	4		Maire, 1904, 1905; Guillermond, 1904b.
— —	8		Guillermond, 1905.
— —	4	8	Fraser et Welsford, 1908
— — var. <i>cerea</i>			
(<i>Aleuria Cerea</i>).	8		Guillermond, 1903-1904b.
<i>Pustularia Stevensoniana (Peziza Stevensoniana)</i>	8		Harper, 1895.
<i>Otidia onotica</i>	8		Guillermond, 1903.
<i>Lachnea stercorea</i>	4	8	Fraser et Brooks, 1909.
— <i>scutellata</i>	5		Brown, 1911.
— <i>cretea</i>	8		Fraser, 1913.
ASCOBOLACEAE :			
<i>Ascobolus furfuraceus</i>	4	8	Fraser et Brooks, 1909.
— —	8		Harper, 1895.
— —	4		Dangeard, 1903.
<i>Ryparobius spec.</i>	8		Barker, 1904.
HELVELLACEAE :			
<i>Helvella crispa</i>	4		Carruthers, 1911.

— 30 —

ESPÈCES.	Valeurs de <i>n</i> .	Valeurs de 2 <i>n</i> .	OBSERVATEURS.
GNOMONIACEAE :			
<i>Gnomonia erythrostoma</i>	4		Brooks, 1910.
SACCHAROMYCETACEAE :			
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	4		Swellengrebel, 1903.
EXOASCACEAE :			
<i>Exoascus Cerasi</i>	2		Ikeno, 1901, 1903.
— <i>Pruni</i>	2		Ikeno, 1901, 1903.
LABOULBENIACEAE :			
<i>Laboulbenia chaetophora</i>	4		Faull, 1912.
— <i>Gyrinidarum</i>	4		Faull, 1912.
PUCCINIACEAE :			
<i>Gymnosporangium clavariaeforme</i> . 10 (minimum)			Blackman, 1904.
<i>Phragmidium violaceum</i>	10		Blackman, 1904.
— <i>subcorticium</i>	2		F. Moreau, 1913.
<i>Triphragmium Ulmariae</i>	4	8	Olive, 1908.
COLEOSPORIACEAE :			
<i>Coleosporium Sonchi-arvensis</i> . .	6-10		Holden et Harper, 1903.
— <i>Senecionis</i>	2		Arnaud, 1913.
HYPOCHNACEAE :			
<i>Hypochnus terrestris</i>	4		Kniep, 1913.
POLYPORACEAE :			
<i>Boletus granulatus</i>	8		Levine, 1913.
— <i>castaneus</i>	6-8		Levine, 1913.
AGARICACEAE :			
<i>Coprinus nyctemerus</i>	4		Kniep, 1913.
<i>Hygrophorus conicus</i>	2		Fries, 1911.
<i>Mycena galericulata</i>	4		Wager, 1911.
— —	2		Maire.
HYMENOGASTRACEAE :			
<i>Hydnangium carneum</i>	2		Van Bambeke, 1903.
— —	5-6		Petri, 1912.

ESPÈCES.	Valeurs de <i>n</i> .	Valeurs de <i>2 n</i> .	OBSERVATEURS.
NIDULARIACEAE :			
<i>Nidularia pisiformis</i>	2		Fries, 1911 <i>b</i> .
DERMATOCARPACEAE :			
<i>Endocarpon minutum</i>	4		Dangeard, 1903.
PELTIGERACEAE :			
<i>Peltigera canina</i>	4		Maire, 1904.
PHYSICIACEAE :			
<i>Anaptychia ciliaris</i>	4		Dangeard, 1903.
— —	8		Maire, 1904; Guillermond, 1905.
XII. — Archegoniatae.			
RICCIACEAE :			
<i>Riccia (Ricciocarpus) natans</i>	4		Garber, 1904; Lewis, 1906.
— <i>lutescens</i>	4		Lewis, 1906.
— <i>Frostii</i>	8	16	Black, 1913.
— <i>glauca</i>	7 ou 8		Beer, 1906.
— <i>crystallina</i>	4		Lewis, 1906.
MARCHANTIACEAE :			
<i>Fegatella conica</i>	8	16	Farmer, 1895; Bolleter, 1905.
<i>Preissia commutata</i>	8	16	Graham, 1913.
<i>Marchantia polymorpha</i>	8		Schotlander, 1892; Ikeno, 1903.
ANTHOCEROTACEAE :			
<i>Anthoceros laevis</i>	4	8	Davis, 1899.
JUNGERMANNIACEAE ANACROGYNAE :			
<i>Riella Clausoni</i>	8	16	Kruch, 1890.
<i>Pallavicinia decipiens</i>	8	16	Moore, 1905.
— <i>Lyellii</i>	8		Moore, 1903.
<i>Pellia epiphylla</i>	8	16	Farmer et Reeves, 1894.
— —			Davis, 1910.
— —			Chamberlain, 1903.
<i>Blasia pusilla</i>	4 ou 5		Woodburn, 1913.
<i>Fossombronina longiseta</i>	8	16	Farmer, 1895; Hum- phrey, 1906.



— 32 —

ESPÈCES.	Valeurs de <i>n</i> .	Valeurs de 2 <i>n</i> .	OBSERVATEURS.
JUNGERMANNIACEAE ANACROGYNAE :			
<i>Cephaloxia bicuspidata</i>	16		Farmer, 1893.
<i>Porella spec.</i>	6		Woodburn, 1911.
FUNARIACEAE :			
<i>Funaria hygrometrica</i>	4		Beer, 1903.
	plus nombreux.		Beer, 1906.
BRYACEAE :			
<i>Bryum argenteum</i>	10		Auct , 1914.
— <i>caespiticiu</i> m	10		El. et Em. Marchal, 1911.
— <i>capillare</i>	10		El. et Em. Marchal, 1911.
— — <i>bivalens</i>	20		El. et Em. Marchal, 1911.
MNIACEAE :			
<i>Mnium hornu</i> m	6	12	Wilson, 1909 et 1911.
POLYTRICHACEAE :			
<i>Polytrichu</i> m <i>piliferu</i> m	6	12	Van Leeuwen Reynvaan, 1907.
— <i>juniperinu</i> m	6	12	Allen, 1912.
— <i>formosu</i> m	6		Walker, 1913.
— <i>commune</i>	6		Van den dries, 1912.
<i>Pogonatu</i> m <i>rhopalophoru</i> m	8		Tischler, 1913.
<i>Atrichu</i> m <i>undulatu</i> m. . . .	16 ou 17		Wilson, 1911.
— <i>angustatu</i> m	8		Ikeno, 1904.
HYPNACEAE :			
<i>Amblystegiu</i> m <i>serpens</i>	12		El. et Em. Marchal, 1911.
— — <i>bivalens</i>	24		Em. Marchal, 1912.
— <i>irrigu</i> m	12		Em. Marchal, 1912.
— <i>ripariu</i> m	24		Em. Marchal, 1912.
BRACHYTHECIACEAE :			
<i>Brachytheci</i> u>m <i>velutinu</i> m	10		El. et Em. Marchal, 1911.
HYMENOPHYLLACEAE :			
<i>Trichomanes Kaulfussii</i>		80	Georgevitch, 1910.
CYATHEACEAE :			
<i>Alsophila excelsa</i>	60		Gregory, 1904.



ESPÈCES.	Valeurs de n.	Valeurs de 2 n.	OBSERVATEURS.
POLYPODIACEAE :			
<i>Cystopteris fragilis</i>	32	64	Stevens, 1898.
<i>Onoclea sensibilis</i>	32	64	Gregory, 1904.
<i>Lastrea Pseudo-mas</i> (<i>Nephrodium</i> <i>Filix mas</i>)	72	144	Farmer et Digby, 1907.
— — var. <i>cristata</i>	60	60-78	Farmer et Digby, 1907.
— — var. <i>polydac-</i> <i>tyla</i> Dadds	90	130	Farmer et Digby, 1907.
— — var. <i>polydac-</i> <i>tyla</i> Wills	66	132	Farmer et Digby, 1907.
<i>Nephrodium molle</i> , type 1	64	128	Yamanouchi, 1908.
— — type 2	66	132	Yamanouchi, 1908.
<i>Fadyenia prolifera</i>	32	64	Gregory, 1904.
<i>Davallia capense</i>	32	64	Gregory, 1904.
<i>Asplenium marinum</i>	32	64	Gregory, 1904.
<i>Scolopendrium vulgare</i>	32	64	Stevens, 1898. Gregory, 1904. Farmer et Digby, 1907.
— — var. <i>crispum</i> <i>Drummondiae</i>		70-100	Farmer et Digby, 1907.
<i>Athyrium Filix femina</i>	38-40	75-80	Farmer et Digby, 1907.
— — — var. <i>claris-</i> <i>sima</i> Jon.		90	Farmer et Digby, 1907.
— — — var. <i>claris-</i> <i>sima</i> Bolt.		84	Farmer et Digby, 1907.
— — — var. <i>uncon-</i> <i>glomerata</i>		100	Farmer et Digby, 1907.
<i>Adiantum cuneatum</i>	60	120-130	Calkins, 1897.
<i>Pteridium aquilinum</i> (<i>Pteris aquil-</i> <i>ina</i>)	32	64	Stevens, 1898.
<i>Pteris Tremula</i>	60	120-130	Calkins, 1897.
— —	32	64	Gregory, 1904.
<i>Polypodium aureum</i>	35		Farmer et Digby, 1910.
— <i>vulgare</i> var. <i>elegantis-</i> <i>simum</i>	90		Farmer et Digby, 1910.
— <i>Schneideri</i>	95-125		Farmer et Digby, 1910.
OSMUNDACEAE :			
<i>Osmunda regalis</i>	12	24	Strasburger, 1894.
— <i>cinnamomea</i>	22	44	Yamanouchi, 1910.

— 34 —

ESPÈCES.	Valeurs de n.	Valeurs de 2 n.	OBSERVATEURS.
MARSILIACEAE :			
<i>Marsilia Drummondi</i>	16	32	Strasburger, 1907.
— <i>elata</i>	16	32	Strasburger, 1907.
— <i>vestita</i>	16	32	Strasburger, 1907.
— <i>hirsuta</i>	16	32	Strasburger, 1907.
— <i>quadrifolia</i>	16	32	Strasburger, 1907.
SALVINIACEAE :			
<i>Salvinia natans</i>	4	8	Arnoldi, 1910.
	8	16	Yasui 1911; Kundt, 1911.
OPHIOGLOSSACEAE :			
<i>Ophioglossum reticulatum</i>	100-120		Burlingame, 1907.
<i>Helminthostachys zeylanica</i>	50-60		Beer, 1906.
EQUISETACEAE :			
<i>Equisetum arvense</i>	115		Beer, 1913.
— <i>limosum</i>	45-50		von Bönicke, 1911.
SELAGINELLACEAE :			
<i>Selaginella Emiliana</i>	8		Denke, 1902.
— <i>serpens</i>	8		Denke, 1902.
— <i>Martensii</i>	plus de 8		Denke, 1902.
PSILOTACEAE :			
<i>Psilotum triquetrum</i>	48	96	Rosen, 1896; Guignard, 1898.
XIII. — Phanerogamae.			
CYCADACEAE :			
<i>Dioon edule</i>	12	24	Chamberlain, 1906 et 1909.
<i>Zamia floridana</i>	12		Smith, 1907.
<i>Ceratozamia mexicana</i>	8	16	Guignard, 1889; Overton, 1893-1894.
— —	12		Smith, 1907.
GINKGOACEAE :			
<i>Ginkgo biloba</i>	8		Carothers, 1907.
— —	7		Sprecher, 1907.
— —	12	24	Cardiff, 1906; Ishikawa, 1910.

ESPÈCES.	Valeurs de n.	Valeurs de 2 n.	OBSERVATEURS.
TAXACEAE :			
<i>Podocarpus spec.</i>		12	Shibata, 1902.
— <i>coriacea</i>	12	24	Burlingame, 1908.
<i>Cephalotaxus drupacea</i>	10		Lawson, 1907.
<i>Torreya californica</i>	8		Robertson, 1904.
<i>Taxus baccata</i>	8		Strasburger, 1904c.
PINACEAE :			
<i>Araucaria Bidwillii</i>	12		Lopriore, 1905.
— <i>brasiliiana</i>	8		Burlingame, 1913.
<i>Picea excelsa</i>	12	24	Miyake, 1903.
<i>Tsuga canadensis</i>		24	Murrill, 1900.
<i>Abies balsamea</i>	12		Miyake, 1903b.
<i>Larix decidua</i>	12		Nemec, 1910.
— <i>leptolepis</i>	12		Ishikawa, 1901.
— <i>europaea</i>	12		Belajeff, 1894.
— <i>sibirica</i>	12		Juel, 1900.
— <i>davurica</i>	12		Belajeff, 1894.
<i>Pseudolarix Kaempferi</i>	12		Miyake et Yasui, 1911.
<i>Pinus sylvestris</i>	12	24	Strasburger, 1892; Blackmann, 1898.
— —	8-12-24		Dixon, 1894.
— —		16	Fulmer, 1898.
— <i>Laricio</i>	12		Chamberlain, 1898.
— <i>Strobus</i>	12		Ferguson, 1901.
<i>Sciadopitys verticillata</i>	8	16	Lawson, 1909.
<i>Cunninghamia sinensis</i>	12		Miyake, 1910.
<i>Sequoia sempervirens</i>	16	32	Lawson, 1904b
<i>Cryptomeria japonica</i>	9-10	18-20	Lawson, 1904.
<i>Taxodium distichum</i>	11 ou 12		Coker, 1903.
<i>Callitris quadrivalvis</i> (<i>Tetraclinis articulata</i>)	12	24	Saxton, 1913.
— <i>verrucosa</i>	8	16	Saxton, 1910b.
<i>Widdringtonia cupressoides</i>	6		Saxton, 1910.
<i>Juniperus communis</i>	11		Noren, 1907.
— — var. <i>depressa</i>	12		Nichols, 1910.



ESPÈCES.	Valeurs de <i>n</i> .	Valeurs de 2 <i>n</i> .	OBSERVATEURS.
GNETACEAE :			
<i>Ephedra altissima</i>	12		Berridge, 1909.
— <i>trifurca</i>	12		Land, 1907.
<i>Gnetum africanum</i>	12		Pearson, 1912.
— <i>Gnemon</i>	12	24	Coulter, 1908.
POTAMOGETONACEAE :			
<i>Zostera marina</i>	6	12	Rosenberg, 1901.
<i>Potamogeton foliosus</i>	7	14-16	Wiegand, 1899.
<i>Ruppia maritima</i>	8	16	Graves, 1908.
— <i>rostellata</i>	8	16	Mürbeck, 1902.
NAJADACEAE :			
<i>Najas major</i>	6	12	Guignard, 1899.
— —		14	Müller, 1912.
ALISMATACEAE :			
<i>Butomus umbellatus</i>	11	22	Holmgreen, 1913.
TRIURIDACEAE :			
<i>Sciaphila spec.</i>	12		Wirz, 1910.
GRAMINEAE :			
<i>Zea Mays</i>	9-12		Kuwada, 1911.
<i>Sorghum saccharatum</i> (<i>Andropogon</i> <i>Sorghum</i>)	10		Auct., 1914.
<i>Saccharum officinarum</i>	14	28	Franck, 1911.
<i>Paspalum dilatatum</i>	20		Auct., 1914.
— <i>stoloniferum</i>	10		Auct., 1914.
<i>Oryza sativa</i>	12	24	Kuwada, 1910.
<i>Alopecurus pratensis</i>	14		Auct., 1914.
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	8		Auct., 1914.
<i>Secale cereale</i>	8	16	Nakao, 1911.
<i>Aegilops ovata</i>	16	32	Bally, 1912.
<i>Triticum vulgare</i>	8	16	Overton, 1893-1894; Nakao, 1911.
— — var. <i>compactum</i>	8	16	Körnicker, 1897.
— <i>dicoccoides</i>	8	16	Bally, 1912.
<i>Hordeum distichon</i>	7	14	Nakao, 1911.



— 37 —

ESPECES.	Valeurs de <i>n</i> .	Valeurs de 2 <i>n</i> .	OBSERVATEURS.
CYPERACEAE :			
<i>Carex acuta</i>	52		Juel, 1900.
PALMAE :			
<i>Phoenix dactylifera</i>		28	Nemec, 1910.
<i>Washingtonia filifera</i>		24	Nemec, 1910.
ARACEAE :			
<i>Symplocarpus foetidus</i>	22		Duggar, 1900.
	8		Gow, 1907.
<i>Zantedeschia aethiopica</i> (<i>Richardia</i> <i>africana</i>).	16		Overton, 1909.
<i>Xanthosoma spec.</i>	16		Gow, 1913.
<i>Arisaema triphyllum</i>	16		Atkinson, 1899.
XYRIDACEAE :			
<i>Xyris indica</i>	16		Weinzieher, 1914.
COMMELINACEAE :			
<i>Tradescantia virginica</i>	10-12		Strasburger, 1882.
— —	12-16		Farmer et Shore, 1905.
— —	11 plus x ou 12		Nawaschin, 1911.
<i>Rhoeo discolor</i>	4	8	Gallacher, 1908.
PONTEDERIACEAE :			
<i>Eichhornia crassipes</i>	16		Smith, 1898.
<i>Pontederia cordata</i>	8	16	Smith, 1898.
LILIACEAE :			
<i>Tricyrtis hirta</i>	6		Ikeda, 1902.
<i>Bulbine annua</i>		26	Müller, 1912.
<i>Chlorophytum Sternbergianum</i>	12		Strasburger, 1888
<i>Funkia ovata</i>		48	Sykes, 1908.
— <i>Sieboldiana</i>	24 (minimum)		Strasburger, 1882.
<i>Hemerocallis fulva</i>	12		Tangl., 1882.
<i>Aloe Hanburyana</i>		14	Müller, 1912.
<i>Allium Cepa</i>	8		Miyake, 1905.
— <i>fistulosum</i>	8		Ishikawa, 1897; Stras- burger, 1888.



ESPÈCES.	Valeurs de <i>n</i> .	Valeurs de 2 <i>n</i> .	OBSERVATEURS.
LILIACEAE (suite) :			
<i>Allium cernuum</i>	7 ou 8		Mottier et Nothnagel, 1913.
— <i>fallax</i>	8		Strasburger, 1910.
— <i>Victorialis</i>	8		Miyake, 1905.
— <i>Moly</i>	7		Miyake, 1905.
— <i>ursinum</i>	8		Guignard, 1884.
<i>Triteleia spec.</i>		10-12	Müller, 1912.
<i>Lilium chalcedonicum</i>	12		Guignard, 1885.
— <i>croceum</i>	12	24	Strasburger, 1882.
— <i>longiflorum</i>	8-12	16-24	Dixon, 1895.
— —	12		Yamanouchi, 1901.
— <i>candidum</i>	12		Strasburger, 1882.
— <i>canadense</i>	12		Allen, 1905.
— <i>bulbiferum</i>	12		Strasburger, 1888.
— <i>Martagon</i>	12	24	Guignard, 1889b.
— <i>philadelphicum</i>	12		Schaffner, 1897.
— <i>tigrinum</i>	12		Schaffner, 1906.
<i>Fritillaria imperialis</i>	12		Strasburger, 1888.
— <i>persica</i>	12		Strasburger, 1882.
— <i>Meleagris</i>	12		Guignard, 1891.
<i>Erythronium albidum</i>	12		Schaffner, 1901.
— <i>americanum</i>	12		Schaffner, 1901.
<i>Tulipa spec.</i>	12	24	Guignard, 1900.
— <i>Gesneriana</i>	8	16	Schniewind-Thies, 1901.
	12	24	Ernst, 1901.
<i>Galtonia candicans</i>	8	16	Schniewind-Thies, 1901; Miyake, 1905 ; Digby, 1910.
<i>Albuca fastigiata</i>		54	Müller, 1912.
<i>Scilla bifolia</i>		20	Müller, 1912.
— <i>sibirica</i>	8		Schniewind-Thies, 1910
— <i>non-scripta</i>	8	16	Overton, 1893-1894.
<i>Eucomis bicolor</i>		30-32	Müller, 1912.
<i>Chionodoxa Luciliae</i>		18	Müller, 1912.
<i>Hyacinthus orientalis</i>	8		Hyde, 1909.
— —		16	Müller, 1912.

ESPÈCES.	Valeurs de <i>n</i> .	Valeurs de 2 <i>n</i> .	OBSERVATEURS.
LILIACEAE (suite) :			
<i>Muscari botryoides</i>		36-38	Müller, 1912.
— <i>neglectum</i>	24		Strasburger, 1888.
<i>Veltheimia spec.</i>		20	Müller, 1912.
<i>Lachenalia spec.</i>		18-20	Müller, 1912.
<i>Yucca aloifolia</i>		54-56	Müller, 1909.
— <i>Draconis</i>		54-56	Müller, 1909.
— <i>guatemalensis</i>		54-56	Müller, 1909.
— <i>gloriosa</i>	10 gros plus	45 petits	Bonnet, 1911.
— <i>recurva</i>		54	Woycicki, 1912.
<i>Clintonia borealis</i>	12		Smith, 1911.
<i>Smilacina stellata</i>	12	24	Allister, 1909.
<i>Disporum Hookeri</i>	8		Lawson, 1903
<i>Polygonatum multiflorum</i>	12		von Bönicke, 1911.
<i>Salomonias biflora</i> (<i>Polygonatum bi-</i> <i>florum</i>)	7 ou 8		Cardiff, 1906.
<i>Convallaria majalis</i>	16		Strasburger, 1888.
— —	18		Wiegand, 1899.
<i>Paris quadrifolia</i>	12	24	Ernst, 1902.
<i>Trillium grandiflorum</i>	6	12	Atkinson, 1899; Ernst, 1902.
— <i>recurvatum</i>	6	12	Coulter et Chamberlain, 1903.
<i>Smilax herbacea</i>	12 ou 13		Elkins, 1914.
AMARYLLIDACEAE :			
<i>Haemanthus spec.</i>		18	Müller, 1912.
<i>Leucojum vernum</i>	12	24	Overton, 1893-1894.
<i>Nerine rosea</i>		22	Müller, 1912.
<i>Atamasco texana</i> (<i>Zephyranthes</i> <i>texana</i>)	12	24	Pace, 1913.
<i>Agave virginica</i>	12		Schaffner, 1909.
		24	Müller, 1912.
— <i>americana</i>	20 et des petits.		Müller, 1912.
<i>Beschorneria superba</i>	plus de 50		Müller, 1912.
<i>Alstroemeria chilensis</i>	8		Strasburger, 1882.
— <i>Pelegrina</i>	8		Guignard, 1884.
— <i>psittacina</i>	8	16	Guignard, 1891.



ESPECES.	Valeurs de <i>n.</i>	Valeurs de 2 <i>n.</i>	OBSERVATEURS.
IRIDACEAE :			
<i>Iris desertorum</i>	16		Guignard, 1891.
— <i>squalens</i>	12	24	Belajeff, 1898; Strasburger, 1900; Miyake, 1905.
MUSACEAE :			
<i>Musa sapientum</i> var. <i>Dole</i> . . .	8	16	Tischler, 1910.
— — var. <i>Radjah Siam.</i>	16	32	Tischler, 1910.
— — var. <i>Kladi</i> . . .	24	48	Tischler, 1910.
CANNACEAE :			
<i>Canna indica</i>	3	6	Wiegand, 1900.
— —	8	plus de 10	Körncke, 1901, 1903.
— —	8		Strasburger, 1904.
MARANTACEAE :			
<i>Maranta spec.</i>	16		von Bönicke, 1911.
BURMANNIACEAE :			
<i>Thismia clandestina</i>	6-8	12	Meyer, 1909.
ORCHIDACEAE :			
<i>Cypripedium spec.</i>	11	22	Pace, 1907.
— <i>barbatum</i> (<i>Paphiopedilum barbatum</i>)	16		Strasburger, 1888.
<i>Orchis mascula</i>	16		Strasburger, 1888.
<i>Himantoglossum hircinum</i> . . .	16		Strasburger, 1888.
<i>Gymnadenia conopsea</i>	16		Strasburger, 1888.
<i>Epipactis palustris</i>	16		Guignard. 1883.
	12		Friemann, 1910.
<i>Spiranthes gracilis</i>		30	Pace, 1914.
— <i>cernua</i>		60	Pace, 1914.
<i>Listera ovata</i> (<i>Neottia ovata</i>) . .	16	32	Guignard, 1883; Rosenberg, 1905; Müller, 1912.
<i>Calopogon pulchellus</i>	13	26	Pace, 1909.
CASUARINACEAE :			
<i>Casuarina quadrivalvis</i>	8-12		Juel, 1903.
SAURURACEAE :			
<i>Houttuynia cordata</i>		52-56	Shibata et Miyake, 1908.



ESPÈCES.	Valeurs de <i>n</i> .	Valeurs de 2 <i>n</i> .	OBSERVATEURS.
PIPERACEAE :			
<i>Peperomia Sintenisii</i>		16	Brown, 1908.
MORACEAE :			
<i>Morus alba</i> var. <i>Shirowase</i>	17	40-50	Tahara, 1910 <i>b</i> .
— — — <i>Rosa</i>	14		Tahara, 1910 <i>b</i> .
— <i>indica</i>	14	28	Tahara, 1910 <i>b</i> .
<i>Cannabis sativa</i>	10	20	Strasburger, 1910 <i>b</i> .
URTICACEAE :			
<i>Urtica dioica</i>		32	Strasburger, 1910 <i>c</i> .
<i>Elatostema sessile</i>		32	Strasburger, 1910 <i>c</i> .
— <i>acuminatum</i>	16		Strasburger, 1910 <i>c</i> .
LORANTHACEAE :			
<i>Dendrophthora opuntiioides</i>		18-20	York, 1913.
RAFFLESIACEAE :			
<i>Rafflesia Patma</i>	12		Ernst et Schmid, 1913.
POLYGONACEAE :			
<i>Rumex cordifolius</i>	20	40	Roth, 1906.
— <i>Acetosa</i>	8	16	Roth, 1906.
— <i>Acetosella</i>	16	32	Roth, 1906.
— <i>scutatus</i>	12	24	Roth, 1906.
— <i>arifolius</i>	8	16	Roth, 1906.
— <i>hispanicus</i>	8	16	Roth, 1906.
— <i>nivalis</i>	8	16	Roth, 1906.
<i>Fagopyrum esculentum</i>	8		Stevens, 1912.
CHENOPODIACEAE :			
<i>Spinacia oleracea</i>	6	12	Stomps, 1910.
<i>Atriplex hastatum</i>		24	Rosenberg, 1909 <i>c</i> .
NYCTAGINACEAE :			
<i>Mirabilis Jalapa</i> × <i>tubiflora</i>	16		Tischler, 1909.
CYNOCRAMBACEAE :			
<i>Thelygonum Cynocrambe</i> (<i>Cynocrambe prostrata</i>).	10	20	Schneider, 1913, 1914.



ESPÈCES.	Valeurs de n.	Valeurs de 2 n.	OBSERVATEURS.
CARYOPHYLLACEAE :			
<i>Lychnis spec.</i>	12		Sykes, 1909.
<i>Melandryum rubrum</i>	12	24	Strasburger, 1910b.
NYMPHAEACEAE :			
<i>Nymphaea alba</i>	32		Guignard, 1898.
— —	48		Strasburger, 1900.
<i>Nuphar luteum</i>	16		Guignard, 1898.
— —	17		Lubimenko et Maige, 1907.
— —		34	Rosenberg, 1909c.
CERATOPHYLLACEAE :			
<i>Ceratophyllum demersum</i>	12		Strasburger, 1902.
RANUNCULACEAE :			
<i>Paeonia spec.</i>	12	24	Overton, 1893, 1894.
<i>Ranunculus repens</i>	12		Auct., 1914.
<i>Trollius europaeus</i>	24		Lundegardh, 1909.
<i>Helleborus foetidus</i>	16		Mottier, 1897.
— —	12	24	Strasburger, 1888; Overton, 1905.
<i>Delphinium Ajacis</i>	12		von Bönicke, 1911.
<i>Aconitum Napellus</i>	12	24	Overton, 1893, 1894.
<i>Clematis recta</i>		16	Guignard, 1885.
<i>Thalictrum minus</i>	12	24	Overton, 1904.
— <i>purpurascens</i>	24	48	Overton, 1904.
BERBERIDACEAE :			
<i>Podophyllum peltatum</i>	8	16	Overton, 1905; Mottier, 1907.
MAGNOLIACEAE :			
<i>Magnolia obovata</i>	48		Andrews, 1901.
— <i>Yulan</i>	40 et plus.		Guignard, 1898.
<i>Drimys Winteri</i>	36	72	Strasburger, 1905b
CALYCANTHACEAE :			
<i>Calycanthus florida</i>	12	24	J. B. Overton, 1909.



ESPÈCES:	Valeurs de n.	Valeurs de 2 n.	OBSERVATEURS.
PAPAVERACEAE :			
<i>Chelidonium majus</i>	8		von Bönicke, 1911.
—	6		Auct., 1914.
— <i>laciniatum</i>	8		von Bönicke, 1911.
—	6		Auct., 1914.
<i>Corydalis pumila</i>		16	Nemec, 1910.
CRUCIFERAE :			
<i>Iberis pinnata</i>		16	Laibach, 1907.
<i>Sisymbrium strictissimum</i>	8	16	Laibach, 1907.
<i>Brassica Napus</i>	16	32	Laibach, 1907.
<i>Lunaria biennis</i>	12	24	Laibach, 1907.
<i>Capsella Bursa-pastoris</i>	16	32	Rosenberg, 1904; Lai- bach, 1907.
— <i>Heegeri</i>	16		Auct., 1914.
— <i>Viguieri</i>	8		Auct., 1914.
<i>Stenophragma Thalianum</i>	5	10	Laibach, 1907.
<i>Alyssum argenteum</i>	8	16	Laibach, 1907.
— <i>Wierzbickii</i>	8	16	Laibach, 1907.
— <i>saxatile</i>	8	16	Laibach, 1907.
SARRACENIACEAE :			
<i>Sarracenia purpurea</i>	12		Shreve, 1906.
— <i>rubra</i>	12		Nichols, 1908.
— <i>variolaris</i>	12		Nichols, 1908.
DROSERACEAE :			
<i>Drosera longifolia</i>	20		Rosenberg, 1903, 1904 b, 1909d.
— <i>rotundifolia</i>	10		Rosenberg, 1903, 1904 b, 1909d.
— <i>obovata</i>		30	Rosenberg, 1903, 1904 b, 1909d.
PODOSTEMONACEAE :			
<i>Lawia zeylanica</i>	10		Magnus, 1913.
<i>Podostemon subulatum</i>		20	Magnus, 1913.



ESPÈCES.	Valeurs de <i>n</i> .	Valeurs de <i>2 n</i> .	OBSERVATEURS.
SAXIFRAGACEAE :			
<i>Saxifraga granulata</i>	30	60	Juel, 1907.
— <i>sponhemica</i>	15	30	Pace, 1912.
<i>Parnassia palustris</i>	10	20	Pace, 1912.
<i>Ribes sanguineum</i>	8	16	Tischler, 1905.
— <i>Schneideri</i>	8	16	Tischler, 1905.
— <i>intermedium</i>	8	16	Tischler, 1905.
— <i>Gordonianum</i>	8	16	Tischler, 1905.
ROSACEAE :			
<i>Rubus fruticosus</i>	6		Strasburger, 1904.
— <i>leucodermis</i>	6		Strasburger, 1904.
<i>Potentilla Tabernaemontana</i> x <i>rubens</i>	16		Tischler, 1908.
<i>Alchimilla arvensis</i>	16	32	Murbeek, 1901; Strasburger, 1904.
— <i>pentaphylla</i>	32		Strasburger, 1904b.
— <i>cuneata</i>	32		Strasburger, 1904b.
— <i>grossidens</i>	32		Strasburger, 1904b.
— <i>alpina</i>	32		Murbeek, 1901.
— <i>splendens</i>	32		Strasburger, 1904b.
— <i>speciosa</i>	32		Strasburger, 1904b.
— <i>leptoclada</i>	32		Strasburger, 1904b.
<i>Rosa canina</i>	8	16	Strasburger, 1905.
— —		33-34	Rosenberg, 1909.
— <i>glauca</i>		33-34	Rosenberg, 1909.
— <i>livida</i>	8	16	Strasburger, 1905.
— <i>cinnamomea</i>	8	16	Strasburger, 1905.
LEGUMINOSAE :			
<i>Cassia tomentosa</i>	12		Hus, 1904.
<i>Cytisus Laburnum</i> (<i>Laburnum vulgare</i>)	24	48	Strasburger, 1905-1907b.
— <i>Adami</i>	24	48	Strasburger, 1905-1907b.
— <i>purpureus</i>	24	48	Strasburger, 1905-1907b.
<i>Vicia Faba</i>	7	14	Fraser et Snell, 1911.
		12	Tischler, 1910; Lundegarth, 1912.

ESPÈCES.	Valeurs de <i>n</i> .	Valeurs de 2 <i>n</i> .	OBSERVATEURS.
LEGUMINOSAE (<i>suite</i>) :			
<i>Pisum sativum</i>	7	14	Cannon, 1903; Strasburger, 1911; Nemec, 1904.
<i>Dolichos multiflorus</i>		24	Nemec, 1910.
RUTACEAE :			
<i>Citrus Aurantium</i>	8	16	Strasburger, 1907b.
— <i>nobilis</i> var. <i>Unshu</i>	8	16	Osawa, 1912.
— « <i>Bizarria</i> »	8	16	Strasburger, 1907b.
POLYGALACEAE :			
<i>Epirrhizanthes elongata</i>	24		Wirz, 1910.
EUPHORBIACEAE :			
<i>Mercurialis annua</i>	6	12	Malte, 1908, 1910.
— —	8	16	Strasburger, 1910b.
<i>Ricinus zanzibarensis</i>		20	Nemec, 1910.
<i>Euphorbia helioscopia</i>		12	Nemec, 1910.
EMPETRACEAE :			
<i>Empetrum nigrum</i>	30 (♂) 7-8 (♀)		Samuelsson, 1913.
CORIARIACEAE :			
<i>Coriaria myrtifolia</i>	40	80	Grimm, 1912.
ANACARDIACEAE :			
<i>Rhus Toxicodendron</i>	15	30	Grimm, 1912.
STAPHYLEACEAE :			
<i>Staphylea trifoliata</i>	36		Mottier, 1914.
ACERACEAE :			
<i>Acer Negundo</i>	13		Darling, 1909.
— —	12		Mottier, 1914.
— <i>platanoides</i>	11		Cardiff, 1906.
MALVACEAE :			
<i>Gossypium spec.</i>	20	40	Balls, 1905 et 1910.
<i>Gossypium barbadense</i> × <i>G. herbaceum</i>	28		Cannon, 1903.



ESPÈCES.	Valeurs de <i>n</i> .	Valeurs de 2 <i>n</i> .	OBSERVATEURS.
TAMARICACEAE :			
<i>Myricaria germanica</i>	12	24	Frisendahl, 1910.
VIOLACEAE :			
<i>Viola Patrini</i>	36		Miyajii, 1913.
— <i>glabella</i>	6		Miyajii, 1913.
— <i>japonica</i>	24		Miyajii, 1913.
— <i>phalacrocarpa</i>	12		Miyajii, 1913.
— <i>Okuboi</i>	12		Miyajii, 1913.
— — <i>glabra</i>	12		Miyajii, 1913.
— <i>nipponica</i>	10		Miyajii, 1913.
— <i>verecunda</i>	10		Miyajii, 1913.
— <i>grypoceras</i>	10		Miyajii, 1913.
PENAEACEAE :			
<i>Sarcocolla minor</i>		11-12	Stephens, 1909.
THYMELEACEAE :			
<i>Daphne Mezereum</i>	9		Strasburger, 1909.
— <i>alpina</i>	9		Strasburger, 1909.
— <i>odora</i>	14	28	Osawa, 1913.
— <i>Pseudo-Mezereum</i>	9	18	Osawa, 1913.
<i>Wikstroemia indica</i>		22-29	Winkler, 1906; Stras- burger, 1910c.
— <i>canescens</i>	9	18	Strasburger, 1910c.
<i>Gnidia carinata</i>	9		Strasburger, 1909.
OENOTHERACEAE :			
<i>Oenothera biennis</i>	7	14	Davis, 1910.
— <i>cruciata</i>	7	14	Stomps, 1912.
— <i>grandiflora</i>	7	14	Davis, 1909.
— <i>Lamarckiana</i>	7	14	Lutz, 1907; Geerts, 1907 et 1909.
— <i>nanella</i>		14	Gates, 1908b; Lutz, 1908.
— <i>oblonga</i>		14	Lutz, 1908.
— <i>Millersi</i>	7	14	Stomps, 1912.
— <i>albida</i>		14	Lutz, 1908.



ESPÈCES.	Valeurs de n.	Valeurs de 2 n.	OBSERVATEURS.
OENOTHERA (suite) :			
<i>Oenothera rubrinervis</i>	7	14	Gates, 1908.
— <i>laevifolia</i>		14	Gates, 1909.
— <i>lata</i>		15	Gates, 1912, 1914.
— <i>gigas</i>	14	28	Lutz, 1907; Gates, 1909, 1911; Davis, 1911.
— <i>semi-gigas</i>		21	Stomps, 1912.
— <i>longiflora</i>	7	14	Beer, 1910.
— <i>muricata</i>	7	14	Stomps, 1912.
HALORHAGACEAE :			
<i>Gunnera macrophylla</i>	12		Samuels, 1912.
HIPPURIDACEAE :			
<i>Hippuris vulgaris</i>	16		Juel, 1911.
UMBELLIFERAE :			
<i>Myrrhis odorata</i>	11		Auct., 1914.
<i>Anthriscus Cerefolium</i>	9		Auct., 1914.
DIAPENSIACEAE :			
<i>Diapensia lapponica</i>	6	12	Samuelsson, 1913.
PRIMULACEAE :			
<i>Primula sinensis</i>	12	24	Gregory, 1909.
— — <i>forme géante</i>	12	24	Gregory, 1909. .
— —	Valeur plus élevée.		Gregory, 1912.
— —	24	48	Gregory, 1914.
— <i>obconica</i>	11-12		Auct., 1914.
— <i>malacoides</i>	12		Auct., 1914.
— <i>farinosa</i>	9		Auct., 1914.
— <i>floribunda</i>	9	18	Digby, 1912.
— <i>verticillata</i>	9	18	Digby, 1912.
— <i>Kewensis</i>	9	18	Digby, 1912.
— — <i>f. fertile</i>	18	36	Digby, 1912.
— <i>elatior</i>	9		Auct., 1914.
— <i>officinalis</i>	9		Auct., 1914.
— <i>Auricula</i>	27		Auct., 1914.
— <i>Bulleyana</i>	12		Auct., 1914.



ESPÈCES.	Valeurs de n.	Valeurs de 2 n.	OBSERVATEURS.
EBENACEAE :			
<i>Diospyros virginiana</i>	30		Hague, 1911.
ASCLEPIADACEAE :			
<i>Asclepias Cornuti</i>	10	20	Strasburger, 1901.
		24	Stevens, 1898b; Gager, 1902.
— <i>tuberosa</i>	5		Frye, 1901.
LABIATAE :			
<i>Lamium album</i>	8		Auct., 1914.
<i>Lamium Galeobdolon</i> (<i>Galeobdolon luteum</i>)	16		Auct., 1914.
SOLANACEAE :			
<i>Solanum Lycopersicum</i>	12	24	Winkler, 1910.
— <i>nigrum</i>	36	72	Winkler, 1910.
— <i>tuberosum</i>	36	70	Nemec, 1899.
— —	34		Martius Mano, 1904.
— <i>Darwinianum</i>	24		Winkler, 1910b.
<i>Datura Stramonium</i>	12		von Bönicke, 1911.
— <i>Tatula</i>	12		von Bönicke, 1911.
<i>Schizanthus pinnatus</i>	10		Auct., 1914.
<i>Atropa Belladonna</i>	36		Auct., 1914.
SCROPHULARIACEAE :			
<i>Antirrhinum majus</i>	12-15		Baur, 1911.
BIGNONIACEAE :			
<i>Bignonia venusta</i>	25 (24 à 26)		Duggar, 1899.
LENTIBULARIACEAE :			
<i>Pinguicula vulgaris</i>		50 (±)	Rosenberg, 1909c.
PLANTAGINACEAE :			
<i>Plantago lanceolata</i>		12	Nemec, 1910.
RUBIACEAE :			
<i>Houstonia coerulea</i>	16		Stevens, 1912.
<i>Crucianella gilanica</i>	10		Lloyd, 1902.
— <i>macrostachya</i>	10		Lloyd, 1902.
<i>Asperula montana</i>	12		Lloyd, 1902.



— 49 —

ESPÈCES.	Valeurs de n.	Valeurs de 2 n.	OBSERVATEURS.
CAPRIFOLIACEAE :			
<i>Sambucus nigra</i>	18		von Bönicke, 1911.
— <i>spec.</i>	18	36	Lagerberg, 1906 et 1909.
ADOXACEAE :			
<i>Adoxa Moschatellina</i>	18	36	Lagerberg, 1906 et 1909.
CUCURBITACEAE :			
<i>Bryonia alba</i>	10		von Bönicke, 1911.
— — \times <i>B. dioica</i>	12		Tischler, 1906.
— <i>dioica</i>	10		Strasburger, 1910b.
<i>Micrampelis (Echinocystis) spec.</i>	16		Kirkwood, 1907.
<i>Cucurbita Pepo</i>		24	Lundegardh, 1912b, 1914.
CAMPANULACEAE :			
<i>Campanula Medium</i>	17		Auct., 1914.
— <i>betonicaefolia</i>	17		Auct., 1914.
— <i>alliariaeefolia</i>	17		Auct., 1914.
— <i>sarmatica</i>	17		Auct., 1914.
— <i>nobilis</i>	17		Auct., 1914.
— <i>barbata</i>	17		Auct., 1914.
— <i>latifolia</i>	17		Auct., 1914.
— <i>Trachelium</i>	17		Auct., 1914.
— <i>rapunculoides</i>	51		Auct., 1914.
— <i>pyramidalis</i>	17		Auct., 1914.
— <i>caespitosa</i>	17		Auct., 1914.
— <i>fragilis</i>	17		Auct., 1914.
— <i>Portenschlagiana</i>	17		Auct., 1914.
— <i>garganica</i>	17		Auct., 1914.
— <i>rotundifolia</i>	34		Auct., 1914.
— —	20		Armand, 1912.
— <i>Hostii</i>	34		Auct., 1914.
— <i>pusilla</i>	17		Auct., 1914.
— <i>glomerata</i>	17		Auct., 1914.
— <i>macrostyla</i>	10		Auct., 1914.
— <i>persicifolia</i>	8		Auct., 1914.
— <i>grandis</i>	8	16	Overton, 1905; Auct., 1914.
— <i>phycidocalyx</i>	8		Auct., 1914.

ESPÈCES.	Valeurs de n.	Valeurs de 2 n.	OBSERVATEURS.
CAMPANULACEAE (suite) :			
<i>Campanula carpathica</i>	17		Auct., 1914.
— <i>primulaefolia</i>	13		Auct., 1914.
— <i>Rapunculus</i>	10		Armand, 1912; Auct, 1914.
— <i>Loreyi</i>	10		Auct., 1914.
<i>Adenophora denticulata</i>	17		Auct., 1914.
— <i>polymorpha</i>	17		Auct., 1914.
<i>Specularia Speculum</i>	10		Auct., 1914.
— —	8		Armand, 1912.
<i>Phyteuma chamaelioides</i>	13		Auct., 1914.
— <i>spicatum</i>	18		Armand, 1912.
<i>Codonopsis ovata</i>	8		Auct., 1914.
<i>Hedraeanthus divaricatus</i>	16		Auct., 1914.
<i>Platycodon grandiflorum</i> (<i>Campa-</i> <i>nula grandiflora</i>)	8		Auct., 1914.
<i>Lobelia Erinus</i>	8		Armand, 1912.
— <i>urens</i>	8		Armand, 1912.
— <i>Dortmanna</i>	8		Armand, 1912.
COMPOSITAE :			
<i>Erigeron strigosus</i>	8	16	Land, 1900.
— <i>philadelphicus</i>	8	16	Land, 1900.
<i>Antennaria alpina</i>		20	Juel, 1900b.
— <i>dioica</i>		24	Juel, 1900b.
<i>Silphium integrifolium</i>	8		Merrell, 1900.
— <i>laciniatum</i>	8	16	Land, 1900.
<i>Helianthus annuus</i>	16		von Bönicke, 1911.
<i>Dahlia variabilis</i>	32	64	Ishikawa, 1911.
— <i>coronata</i>	16	32	Ishikawa, 1911.
<i>Anthemis tinctoria</i>	9		Lundegardh, 1909,
<i>Achillea Millefolium</i>	24	48	Lundegardh, 1909.
<i>Matricaria Chamomilla</i>	9		Lundegardh, 1909; Bcer, 1912.
<i>Tanacetum vulgare</i>	9		Rosenberg, 1905.
<i>Calendula officinalis</i>	14	28	Lundegardh, 1909.
— <i>spec.</i>		32	Rosenberg, 1904.
<i>Catananche coerulea</i>	8		Auct., 1914.

ESPÈCES.	Valeurs de n.	Valeurs de 2 n.	OBSERVATEURS.
COMPOSITÆ (suite) :			
<i>Lapsana communis</i>	6		Auct., 1914.
<i>Picris Sprengeriana</i>	4		Auct., 1914.
<i>Helminthia echioides</i>	4		Auct., 1914.
<i>Crepis taraxacifolia</i>	6	12	Beer, 1912.
— —	4		Digby, 1914.
— <i>alpina</i>	4		Auct., 1914.
— <i>bellidifolia</i>	4		Auct., 1914.
— <i>foetida</i>	4		Auct., 1914.
— <i>rubra</i>	4		Auct., 1914.
— <i>aspera</i>	4		Auct., 1914.
— <i>aculeata</i>	4		Auct., 1914.
— <i>Dioscoridis</i>	4		Auct., 1924.
— <i>virens</i>	3	6	Rosenberg, 1909b; Beer, 1912; Digby, 1914, Auct. 1914.
— <i>tectorum</i>	4	8	Juel, 1903.
— <i>biennis</i>	16		Auct., 1914.
— <i>lacera</i>	4		Auct., 1914.
— <i>japonica</i>	8	16	Tahara, 1910.
— <i>sibirica</i>	4		Auct., 1914.
— <i>blattarioides</i>	4		Auct., 1914.
— <i>lanceolata</i> var. <i>platyphyllum</i>	5		Tahara et Ishikawa, 1911.
<i>Hieracium flagellare</i>	21	42	Rosenberg, 1906, 1907b.
— <i>Auricula</i>	9	18	Rosenberg, 1907b.
— <i>umbellatum</i>	9	18	Juel, 1903.
— <i>venosum</i>	7	14	Rosenberg, 1907b.
— <i>excellens</i>	17	34	Rosenberg, 1906, 1907b.
<i>Urospermum picrioides</i>	4		Auct., 1914.
<i>Leontodon autumnalis</i>	6		Auct., 1914.
<i>Taraxacum officinale</i>	12-13	20-30	Juel, 1903.
— <i>confertum</i>	8	16	Rosenberg, 1909.
<i>Chondrilla juncea</i>		14-16	Rosenberg, 1912.
<i>Lactuca perennis</i>	8		Auct., 1914.
— <i>virosa</i>	8		Auct., 1914.
<i>Mulgedium alpinum</i>	8		Auct., 1914.
<i>Sonchus oleraceus</i>	8		Auct., 1914.
<i>Tragopogon pratensis</i>	6	12	Beer, 1912.
<i>Scorzonera hispanica</i>	4		Auct., 1914.



ANALYSE DU TABLEAU SYSTÉMATIQUE.

Un coup d'œil jeté sur le tableau ci-dessus montre combien sont encore incomplètes les données que nous possédons sur les nombres chromosomiques chez les plantes.

Les faits connus ne constituent, en somme, que des points de repère dans ce vaste champ d'étude, dans lequel des groupes entiers, nombreux et importants, sont restés vierges de toute observation.

On pourrait s'en étonner en songeant à l'ensemble imposant de travaux que comporte déjà la littérature cytologique. Mais l'histoire de cette science nous montre, pendant sa première phase, les chercheurs limitant leurs investigations à un très petit nombre d'espèces (*Lilium* et quelques autres Liliacées), lesquelles présentent justement une grande uniformité de chiffres chromosomiques.

Ce n'est vraiment que durant les vingt dernières années que les observations des cytologistes ont dépassé les limites de ce matériel classique.

D'ailleurs, beaucoup de travaux concernant le mécanisme des cinèses laissent absolument dans l'ombre la question du nombre des chromosomes.

Il en est de même de beaucoup de recherches embryologiques dont les auteurs, bien qu'ayant eu l'occasion de faire cette constatation, l'ont malheureusement négligée.

D'autre part, maints résultats inexacts, inévitables d'ailleurs, étant donnée la délicatesse des observations, viennent introduire des éléments d'erreur dans les comparaisons et tendent ainsi à vicier les interprétations d'ensemble.

Cependant, il existe quelques groupes de plantes pour lesquels on possède un faisceau déjà important de données numériques.

Je vais essayer de faire de celles-ci un examen critique en attirant l'attention sur leurs rapports éventuels.



THALLOPHYTES :

Les phénomènes de la caryocinèse chez les Thallophytes ont fait, durant ces dernières années, l'objet de nombreux travaux.

A l'exception des Bactériacées, chez lesquelles, d'ailleurs, l'existence d'un véritable noyau n'a pas encore été formellement reconnue, on paraît avoir observé, chez tous ces organismes, la présence, au moment des cinèses, d'individualités chromatiques répandant aux chromosomes.

Certes, dans plusieurs cas, il existe encore une certaine confusion entre les chromosomes vrais et d'autres agrégats chromatiques se montrant généralement en nombre plus considérable au cours des phases cinétiques; il en est notamment ainsi chez les Conjuguées et chez les Autobasidiomycètes.

Chez ces derniers, Maire (1902) distingue les chromosomes proprement dits, dont le nombre serait constant ($n = 2$), des protochromosomes qui apparaissent en nombre plus élevé à certains moments du processus caryocinétique.

Quoi qu'il en soit, la répartition de la matière chromatique en chromosomes apparaît déjà dans les groupements les plus inférieurs.

C'est ainsi que chez les Schizophycées, Olive (1905) a noté la série des chiffres 8 : 16 : 32 respectivement chez *Nostoc* et *Gloeocapsa*, chez *Phormidium* et *Calothrix* et chez *Oscillatoria*.

Chez les Eumycètes, on observe le chiffre chromosomique minimum $n=2$ (*Mucor spec.*, Moreau, 1911; *Sporodinia grandis*, Lindner, 1908; *Capnodium spec.*, Arnaud, 1913; *Aleuria aurantia*, Fraser et Welsford, 1908; *Exoascus Cerasi* et *E. Pruni*, Ikeno, 1901-1903; *Phragmidium violaceum*, F. Moreau, 1913; *Coleosporium Senecionis*, Arnaud, 1913, et nombre d'Autobasidiomycètes.

La famille des Pézizacées montre une sériation des chiffres chromosomiques suivant la progression : 2 : 4 : 8 : 16.

BRYOPHYTES :

Parmi les Bryophytes, les Hépatiques se font remarquer par la constance de la valeur $n = 4$ ou d'un multiple : 8 : 16.

En revanche, chez les Mousses, on constate beaucoup moins d'homogénéité dans les chiffres chromosomiques. Toutefois la série 6 : 12 : 24 comprend la majorité des valeurs acquises jusqu'à ce jour.

PTÉRIDOPHYTES :

Les Ptéridophytes représentent le groupe végétal chez lequel la valeur de n est en général la plus élevée.

Nous relevons, en effet : *Equisetum arvense* avec 115 chromosomes génétiques (Beer, 1913), ce qui paraît être le chiffre le plus élevé qui ait été dûment constaté chez les plantes.

Ce record est toutefois disputé par *Ophioglossum reticulatum*, chez lequel Burlingame (1907) indique pour n les chiffres de 100 à 120. Ces derniers représentent les multiples directs de ceux observés par Beer (1906) chez une autre Ophioglossacée : *Helminthostachys zeylanica* : $n = 50$ à 60.

En revanche, les Sélaginelles sont relativement oligochromosomiques. Les espèces étudiées par Denke (1902) : *Selaginella serpens*, *S. Martensii*, *S. Emiliana* n'ayant que huit chromosomes dans la phase haploïdique.

Le même nombre s'observe chez *Salvinia natans* (Yasui, 1911, Kundt, 1911).

Toutefois, Arnoldi a antérieurement accordé à cette espèce des chiffres exactement de moitié inférieurs : $n = 4$; $2n = 8$, ce qui semble faire croire à l'existence de deux formes hétérochromosomiques qu'il serait très intéressant de pouvoir étudier comparativement.

Parmi les Fougères, ce sont les Polypodiacées qui ont fait l'objet des observations les plus nombreuses.



Les valeurs $n = 32$, $2n = 64$ semblent constituer les chiffres chromosomiques caractéristiques de ce groupe.

On les trouve chez *Cystopteris fragilis* (Stevens, 1898), *Onoclea sensibilis*, *Davallia capense* (Gregory, 1904); *Scolopendrium vulgare*, Stevens, 1898, Gregory, 1904, Farmer et Digby, 1907; *Pteris Tremula* (Gregory, 1904); *P. aquilina* (Stevens, 1898).

Des valeurs approchantes sont indiquées pour *Polypodium aureum*, $n = 35$ (Farmer et Digby, 1910); *Athyrium Filix-femina*, $n = 38-40$ (Farmer et Digby, 1907).

Un nombre exactement double a été observé chez *Nephrodium molle*, par Yamanouchi (1908).

Les chiffres trouvés pour *Adiantum cuneatum*, $n = 60$ (Calkins, 1897) et pour *Dryopteris Filix-mas*, $n = 72$ (Farmer et Digby, 1907) se rapprochent assez bien de cette valeur double, tandis que celui de 90, observé par les mêmes auteurs, en 1910, chez la variété *elegantissimum* de *Polypodium vulgare*, se rapproche du triple.

Si l'on envisage dans leur ensemble les chiffres chromosomiques cardinaux des Ptéridophytes, on constate qu'on peut les ranger en la progression géométrique suivante : 4 (*Salvinia*); 8 (*Selaginella*); 16 (*Marsilia*); 32 (*Pteridium aquilinum*); 64 (*Nephrodium molle*); 128 (115) (*Equisetum arvense*).

GYMNOSPERMES :

Les Gymnospermes constituent de tous les groupes végétaux celui où le nombre des chromosomes présente le plus de constance.

Les chiffres $n = 12$, $2n = 24$ s'y retrouvent chez la grande majorité des espèces étudiées (25 sur 36).

On l'observe chez les Cycadacées (*Dioon edule*, Chamberlain, 1906, 1907; *Zamia floridana* et *Ceratozamia mexicana*, Smith, 1907); chez les Gingkoacées (*Gingko biloba*, Cardiff, 1906,

Ishikawa, 1910); chez presque toutes les Pinacées et chez les Gnétacées.

Les variations enregistrées sont d'amplitude très restreinte; le chiffre le plus bas $n = 6$ est indiqué avec doute par Saxton (1910) pour *Widdringtonia cupressoides*; le plus élevé $n = 16$ est l'apanage de *Sequoia sempervirens* (Lawson, 1904b).

C'est dans la famille des Taxacées que les variations les plus nombreuses se produisent; on y note des types à 12 chromosomes génétiques (*Podocarpus coriacea*, Burlingame, 1908); à 10 (*Cephalotaxus drupacea*, Lawson, 1907). Toutefois le chiffre $n = 8$ paraît être le plus fréquent (*Torreya californica*, Robertson, 1904, *Taxus baccata*, Strasburger, 1904c).

ANGIOSPERMES.

MONOCOTYLÉDONES :

Envisagées dans leur ensemble et comparées aux Gymnospermes, les Monocotylédones montrent une plus grande diversité d'effectifs chromosomiques, dans lesquels cependant encore prédominent les valeurs multiples de trois : 6, 9 et surtout 12.

C'est ainsi que, parmi les Potamogetonacées, *Zostera marina* (Rosenberg, 1904) compte $n = 6$, $2n = 12$ chromosomes, tandis qu'il est vrai *Potamogeton foliosus* (Wiegand, 1899) accuse $n = 7$, $2n = 14-16$ et les *Ruppia* $n = 8$, $2n = 16$ (*Ruppia rostellata*, Mürbeck, 1902; *R. maritima*, Graves, 1908).

Chez *Najas major*, Guignard (1899) indique $n = 6$, $2n = 12$, tandis que Müller (1910) fixe le chiffre diploïdique à 14.

Le chiffre $n = 12$ se retrouve chez *Sciaphila* (Triuridacée), d'après Wirz (1910).

Dans la grande famille des Graminacées peu d'espèces ont été étudiées.

Kuwada (1911) a montré que chez *Zea Mays*, suivant les



variétés, la valeur de n varie de 9 à 12; ce dernier chiffre serait cependant à considérer comme fondamental dans l'espèce.

J'ai observé $n = 10$ chez *Andropogon Sorghum*, chez *Paspalum stoloniferum*, tandis que *P. dilatatum* compte exactement le double; $n = 8$ chez *Anthoxanthum odoratum* et $n = 14$ chez *Alopecurus pratensis*. Le chiffre 8 semble prédominer chez les Hordéées, où nous le trouvons chez *Secale cereale* (Nakao, 1911). *Aegilops ovata* (Bally, 1912) et *Triticum*, tandis que chez *Hordeum*, Nakao (1911) note $n = 7$, $2n = 14$.

On doit à Bally (1912) cette indication intéressante qu'à l'exemple de *Triticum vulgare*, *T. dicoccoides* possède 8-16 chromosomes, tandis que *Aegilops ovata* en compte 16-32.

L'auteur y voit un argument sérieux en faveur de l'hypothèse émise par Fr. Körnicke et d'autres, d'après laquelle *T. dicoccoides*, originaire de la Palestine, représenterait l'ancêtre de nos froments cultivés.

Chez les Cypéracées, la valeur de n paraît être élevée. Juel (1900) signale approximativement 52 gemini chez *Carex acuta*.

Les diverses Aracées étudiées présentent les valeurs $n = 8$ *Spathyema foetida* (Gow, 1907) ou $n = 16$ (*Richardia*, *Xanthosoma*, *Arisaema*), qui se retrouvent également chez les Pontédériacées.

La famille des Liliacées, matériel classique des recherches cytologiques, constitue le groupement qui a été le plus minutieusement étudié jusqu'ici au point de vue chromosomique.

De l'ensemble des observations effectuées, il résulte que la valeur tout à fait dominante de n y est 12.

Nous l'observons chez *Chlorophytum Sternbergianum* (Strasbourg, 1888), chez *Lilium*, qui représente un genre tout à fait homogène à ce point de vue, les neuf espèces étudiées ayant toutes 12 chromosomes génétiques; chez *Fritillaria*, *Tulipa*, *Erythronium*. Il en est de même chez *Clintonia borealis* (Smith,



1911) *Smilacina stellata* (Allister, 1909), *Smilax herbacea* (Elkins, 1914), *Polygonatum multiflorum* (von Bönicke, 1911).

Des chiffres, multiples exacts de 12, ont été observés chez *Funkia Sieboldiana* ($n = 24$, Strasburger, 1882), *F. ovata* ($n = 48$, Sykes, 1908), *Muscari neglectum* ($n = 24$, Strasburger, 1888).

D'autre part, le sous-multiple de 12, 6 se rencontre dans le genre *Trillium*, chez *Tricyrtis hirta* (Ikeda, 1902).

En revanche, le type chromosomique octomère est représenté par le genre *Allium*, dont six espèces étudiées possèdent 8 gemini, *Allium Moly* faisant seule exception avec 7 (Miyake, 1905), par *Galtonia candicans* (Schniewind-Thies, 1901), plusieurs *Scilla*, *Hyacinthus orientalis* (Hyde, 1909), *Disporum Hookeri* (Lawson, 1903).

D'autre part, des chiffres sans liaisons apparentes avec les nombres prédominants ont été observés par Müller dans ses études des cinèses somatiques (1912).

Citons *Bulbine annua* ($2n = 26$), *Aloe Hamburyana* ($2n = 14$), *Tritelia spec.* ($2n = 10-12$), *Scilla bifolia* ($2n = 20$), *Eucomis bicolor* ($2n = 30-32$), *Chionodoxa Luciliae* ($2n = 18$), *Muscari botryoides* ($2n = 36-38$), *Veltheimia spec.* ($2n = 20$), *Lachenalia* ($2n = 18-20$) et les *Yucca* ($2n = 54-56$).

Dans presque toutes ces espèces, il y a un polymorphisme manifeste des chromosomes. La métaphase somatique montre, généralement groupés par paires à la périphérie de la figure, les chromosomes les plus grands, tandis que les microchromosomes occupent le centre.

Müller est porté à admettre que ces derniers sont les produits d'une division transversale de certains chromosomes primitifs, ce qui permettrait d'expliquer la genèse de ces chiffres aberrants.

Les Amaryllidacées présentent des formes à 12-24 chromosomes telles que *Leucojum vernum* (Overton, 1893), *Zephyrantes texana* (Pace, 1913), *Agave virginica* (Schaffner, 1909),

des formes à 8-16 chromosomes comme les divers *Alstroemeria* et des formes à chiffres aberrants : *Haemanthus* ($2n = 18$), *Nerine rosea* ($2n = 22$), *Beschorneria superba* ($2n =$ plus de 50), étudiées par Müller (1912).

Musa sapientum a fait l'objet d'une étude remarquable de Tischler en 1910. Cet auteur a découvert de curieuses variations dans le nombre des chromosomes chez diverses races de cette espèce.

Tandis que la variété « Dole » présente $n = 8$; $2n = 16$, la variété « Radjah Siam » en présente 16-32 et la variété « Kladi » 24-48.

Les chiffres relevés chez les Orchidacées sont assez variables ; toutefois, la valeur de 16 pour n est prédominante (*Cypripedium barbatum*, *Orchis mascula*, *Himantoglossum hircinum*, *Gymnadenia Conopsea*, d'après Strasburger 1888; *Listera ovata*, d'après Guignard 1883, Rosenberg 1905 et Müller 1912).

DICOTYLÉDONES.

La cytologie des Dicotylédones n'est, à l'heure actuelle, qu'à peine ébauchée, l'effort des observateurs s'étant porté sur les Monocotylédones, qui, grâce aux dimensions plus considérables des chromosomes, constituent un matériel de choix pour l'étude des phénomènes nucléaires.

Chez les Dicotylédones, les noyaux moins volumineux, les chromosomes plus petits, parfois nombreux, donnent naissance à des figures caryocinétiques moins nettes, d'une définition souvent plus délicate que dans les types classiques.

Les éléments font donc absolument défaut pour une caractérisation générale du groupe et tout ce que l'on peut dire c'est que, chez les Dicotylédones, on rencontre plus de diversité dans les chiffres et une grande amplitude dans les variations de la

valeur de n , celle-ci étant comprise entre 3 (*Crepis virens* Rosenberg 1906) et 51 (*Campanula rapunculoides*, Auct. 1914).

Nous devons donc borner notre travail de comparaison à l'examen de quelques groupements relativement bien étudiés.

On doit à Roth (1906) une étude comparative du nombre des chromosomes chez un certain nombre d'espèces du genre *Rumex*.

Si l'on classe les espèces envisagées d'après les valeurs de n observées, on arrive au résultat suivant :

Espèces à $n = 8$, $2n = 16$: *Rumex Acetosa*, *R. arifolius*,
R. hispanicus, *R. nivalis*.

Espèces à $n = 12$, $2n = 24$: *R. scutatus*.

Espèces à $n = 16$, $2n = 32$: *R. Acetosella*.

Espèces à $n = 20$, $2n = 40$: *R. condifolius*.

Remarquons que les 5 espèces à $n = 8$ et l'espèce polymère à $n = 16$ appartiennent toutes à la section *Acetosa* du genre.

Il en est de même de *R. scutatus* avec $n = 12$.

En revanche, *R. cordifolius* qui appartient à la section *Lapathum* présente une valeur de n sans liaison apparente avec les précédentes.

Ajoutons que *Fagopyrum esculentum* possédant 8 gemini, ce chiffre paraît être fondamental chez les Polygonacées.

Chez les Chénopodiacées, on a observé $n = 6$, $n = 12$ chez *Spinacia oleracea* (Stomps 1910) et le double chez *Atriplex hastatum* (Rosenberg 1909c).

Déjà en 1898, Guignard signalait la différence existant entre le nombre des chromosomes chez deux Nymphéacées cependant voisines : *Nuphar luteum* et *Nymphaea alba*, et attribuait 16 chromosomes génétiques au premier et exactement le double au second.

Depuis, ces deux espèces ont fait l'objet de nouvelles observations.

Lubimenko et Maige (1907), étudiant la microsporogenèse de *Nuphar luteum*, ont compté 17 gemini, chiffre qui se trouve contrôlé indirectement par la découverte, chez cette espèce, par Rosenberg (1909c), de 34 chromosomes somatiques.

Nous retrouverons ce chiffre aberrant de 17 dans une série d'espèces du genre *Campanula* et chez *Adenophora*.

D'autre part, Strasburger (1900) a réétudié *Nymphaea alba* et a fixé à 48 la valeur de n .

Ce chiffre semble être le terme le plus élevé d'une série progressive dont l'extrême inférieur est 12 et qui paraît caractériser le contingent chromosomique des Ranales.

C'est ainsi que nous trouvons $n = 12$ chez *Ceratophyllum demersum* (Strasburger 1912), chez toutes les Renonculacées étudiées, notamment *Paeonia* (Overton 1893-1894), *Ranunculus repens* (auct. 1914), *Helleborus foetidus* (Overton 1905), *Delphinium Ajacis* (von Bönicke 1911), *Aconitum Napellus* (Overton 1893-1894), *Thalictrum minus* (Overton 1909), *Clematis recta* seul faisant exception avec $2n = 16$, d'après des observations, toutefois déjà anciennes, de Guignard (1885), et enfin chez *Calycanthus floridus* (Overton 1907).

$n = 24$ s'observe chez *Trollius europaeus* (Lundegardh 1909), *Thalictrum purpurascens* (Overton 1909);

$n = 36$ chez *Drimys Winteri* (Strasburger 1905b);

$n = 48$ chez *Magnolia obovata* (Andrews 1901).

D'après Laibach (1907), chez les Cruciféracées on observe pour n les valeurs 5, 8, 12, 16, la première chez *Stenophragma Thalianum*; 8 chez *Hiberis pinnata*, *Sisymbrium strictissimum* et chez divers *Alyssum*; 12 chez *Lunaria biennis*; 16 chez *Brassica Napus* et *Capsella Bursa-pastoris*.

Chez cette dernière espèce, j'ai montré que la forme mutante *C. Vigueri* ne compte que 8 chromosomes génétiques, tandis que la forme *C. Heegeri* est sous ce rapport identique au type.



Les recherches classiques de Rosenberg (1903, 1904, 1909d) ont mis en vedette les chiffres chromosomiques de deux espèces de *Drosera*, *D. rotundifolia* ($n = 10$), *D. longifolia* ($n = 20$), et la façon curieuse dont ces éléments se comportent dans l'hybride de ces deux types.

Pace (1912) a retrouvé le chiffre 10 chez *Parnassia palustris* et admet que ce caractère appuie sérieusement l'opinion de Karsch ⁽¹⁾ et de Hallier ⁽²⁾, qui rangent le genre *Parnassia* parmi les Droséracées, tandis qu'Engler le place parmi les Saxifragacées ⁽³⁾.

Remarquons, à ce propos, que l'on trouve le même chiffre chez *Lawia zeylanica* (Magnus, 1913), Podostémonacée, et que, dans le genre *Saxifraga*, on note $n = 15$ chez *S. sponhemica* (Pace, 1912) et $n = 30$ chez *S. granulata* (Juel, 1907).

Ces observations indiquent l'existence, aux confins des Rosales, d'un groupe de végétaux constitué des Droséracées, des Podostamonacées et, parmi les Saxifragacées, des Saxifragéoïdées (Saxifragées et Parnassiées), chez lesquels le chiffre chromosomique fondamental semble être 10.

En revanche, dans la sous-famille des Ribésioïdées, le chiffre 8 existe d'une façon constante dans le genre *Ribes* (Tischler, 1905).

Les éléments que nous possédons sur la cytologie des Rosacées ne nous apprennent rien de bien caractéristique au point de vue de la sériation de leurs chiffres chromosomiques, si ce n'est la prédominance des nombres 16 et 32.

En revanche, chez les Légumineuses, les chiffres 12 et 24 sont les plus fréquents.

Miyajii (1913) a publié, récemment, une note préliminaire en

(1) KARSCH, D., *Flora der Provinz Westfalen*, 1878.

(2) HALLIER, H., *Ueber die Verwandschaftsverhältnisse der Tubifloren und Ebenen den polyphyletischen Ursprung der Sympetalen und Apetalen*. (ABHANDL. NATURWISS., t. XVI, 1901, p. 1.)

(3) ENGLER, A. et GILG, E., *Syllabus der Pflanzenfamilien*, 1912.

japonais sur les résultats d'une étude cytologique de 9 espèces de *Viola*.

Cet auteur a découvert, dans ce genre, des variations numériques des chromosomes d'amplitude considérable.

Tandis que *V. glabella* (du sous-genre *Dischidium*) ne compte que 6 chromosomes génétiques, les autres espèces étudiées qui appartiennent au sous-genre *Nominium* en possèdent, les unes 10 (*V. grypoceras*, *V. verecunda*, *V. nipponica*), 12 (*V. Okuboi* et *V. Okuboi glabra* et *V. phalacrocarpa*), 24 (*V. japonica*) et 36 (\pm) (*V. Patrini*).

Chose curieuse et inattendue, chez *V. japonica*, forme tétraploïdique à $n = 24$, les noyaux sont remarquablement petits comparativement à ceux de l'espèce voisine *V. phalacrocarpa* à $n = 12$.

L'auteur, d'après ce qu'il a bien voulu m'écrire récemment, publiera prochainement un exposé détaillé de ses observations.

Chez les Thyméléacées, $n = 9$ semble constituer une caractéristique presque constante.

On la trouve chez *Gnidia carinata* (Strasburger, 1909), *Wikstroemia canescens* (Strasburger, 1910c), *Daphne Mezereum*, *D. alpina* (Strasburger, 1909), *D. Pseudomezereum* (Osawa, 1913), tandis que *Daphne odora* présente le chiffre aberrant $n = 14$.

Parmi les Oenothéracées, le genre *Oenothera* offre un exemple très remarquable de la constance d'un chiffre relativement peu fréquent.

Si l'on fait abstraction des espèces élémentaires issues par mutation de *O. Lamarckiana*, on constate que toutes les espèces étudiées présentent invariablement $n = 7$, $2n = 14$. Tel est le cas de *O. biennis* (Davis, 1910), *O. cruciata*, *O. muricata*, *O. Millersi* (Stomps, 1912), *O. longiflora* (Beer, 1910), *O. grandiflora* (Davis, 1909), *O. Lamarckiana* (Lutz, 1907; Geerts, 1907, 1909).

Le nombre $2n = 14$ s'est conservé inchangé chez la majorité des dérivés obtenus par de Vries aux dépens de *O. Lamarckiana* : chez *O. nanella* (Gates, 1908b, Lutz, 1908), *O. rubrinervis* (Gates, 1908), *O. laevifolia* (Gates, 1909).

En revanche *O. gigas* montre exactement le double : $n = 14$, $2n = 28$ (Lutz, 1907 ; Gates, 1909, 1911 ; Davis, 1911).

La forme *O. semi-gigas*, étudiée par Stomps (1912), compte 21 chromosomes dans les cinèses somatiques.

Enfin *O. lata*, dans la phase diploïdique, montre un chiffre impair 15, soit 14 chromosomes plus un extrachromosome (Gates, 1912, 1914).

Dans le genre *Solanum*, les valeurs de n observées jusqu'ici sont 12, 24, 36 ;

$n = 12$ chez *S. Lycopersicum* (Winkler, 1910) ;

$n = 24$ chez *S. Darwinianum* (Winkler, 1910b), hybride de greffe et non chimère de *S. Lycopersicum* et *S. nigrum* ;

$n = 36$ chez *S. nigrum* (Winkler, 1910) et *S. tuberosum* (Nemec, 1899).

Notons que *Datura Stramonium* montre $n = 12$ (von Bönicke, 1911) et que *Atropa Belladonna* compte 36 chromosomes génétiques (auct., 1914).

Primula constitue un très intéressant exemple d'un genre hétérochromosomique.

Jusqu'ici les valeurs suivantes de n y ont été relevées : 9, 12, 18, 24, 27.

$n = 9$ s'observe le plus fréquemment ; on rencontre ce chiffre chez *Primula floribunda*, *P. verticillata*, *P. Kewensis* (forme stérile), d'après Digby (1912), espèces de la section *Floribundae*, chez *P. elatior* et *P. officinalis* (auct., 1914) de la section *Farinosae*.

$n = 12$ se rencontre chez *P. sinensis* (Gregory, 1909), *P. obconica* et *P. malacoides* de la section *Sinenses* (auct., 1914).

$n = 18$ a été compté par Digby (1912) dans la forme fertile du *P. Kewensis*;

$n = 24$ chez *P. sinensis* forme géante (Gregory, 1914).

$n = 27$ chez *P. uricula* (auct., 1914), de la section *Auriculae*.

Notons, en passant, ce fait que *Adoxa Moschatellina* (Lagerberg, 1909) et *Sambucus nigra* (von Bönicke, 1911) ont tous deux le même chiffre : $n = 18$, ce qui souligne les affinités des Adoxacées avec les Caprifoliacées.

Grâce aux observations relatées précédemment (pp. 12 et suiv.), le genre *Campanula* constitue, à l'heure actuelle, le groupement végétal de cette importance le mieux connu au point de vue du nombre des chromosomes.

C'est le type d'un genre hétérochromosomique à variations numériques de n nombreuses et d'amplitude remarquablement étendue.

Dans les limites des 26 espèces étudiées, le nombre des chromosomes oscille entre 8 et 51 et la série des valeurs représentées est la suivante : 8, 10, 13, 17, 34, 51.

Examinons d'un peu plus près les rapports existant entre ces espèces au double point de vue chromosomique et systématique.

A défaut d'une étude monographique complète du genre *Campanula* qui n'a pas encore été faite, j'ai pris comme base de classification les groupements établis par Schönland dans les *Pflanzenfamilien* d'Engler et Prantl (t. IV, p. 40, 1897).

Si l'on envisage ci-dessus, à la page 49, la liste des espèces étudiées au point de vue chromosomique, rangées d'après les indications de cet auteur et les valeurs de n correspondantes, on est frappé par ce fait que tous les types de la section I (*Medium*), à l'exception de *Campanula macrostyla*, possèdent 17 gemini ou un multiple de ce chiffre (34 ou 51).

Dans ce dernier cas, comme je l'ai établi, par suite d'une diminution proportionnelle du volume des chromosomes, la

masse chromatique reste quantitativement égale à celle des espèces à $n = 17$.

La valeur $n = 17$ apparaît donc comme tout à fait caractéristique dans la section *Medium* du genre *Campanula*.

Les résultats de l'étude cytologique des espèces de la section II (*Rapunculus*) tendent à montrer que ce groupement est beaucoup moins naturel et moins homogène que le précédent.

On y trouve, en effet, des types à $n = 8$ (*C. persicifolia*, *C. phytidocalyx*, *C. grandis*), à $n = 10$ (*C. Rapunculus*, *C. Loreyi*), à $n = 13$ (*C. primulaefolia*) et à $n = 17$ (*C. carpathica*).

Je ne puis actuellement que me borner à faire cette constatation. J'espère pouvoir, dans la suite, par l'extension de mon enquête cytologique à d'autres espèces, combinée à une étude morphologique et à des essais d'hybridation, apporter une contribution à la recherche des affinités naturelles existant entre les types du genre *Campanula*.

Je crois aussi prématuré de tirer, dès aujourd'hui, une indication au point de vue de la parenté des formes, de ce fait cependant très curieux que, dans les divers genres de Campanuloïdées étudiés, on retrouve des rappels des diverses valeurs de n chez les Campanules.

C'est ainsi que $n = 8$ se retrouve chez *Codonopsis ovata* et chez *Platycodon grandiflorum*; $n = 10$ chez *Specularia Speculum*; $n = 13$ chez *Phyteuma Chamaelioides*; $n = 17$ chez *Adenophora*.

C'est l'œuvre de l'avenir d'établir s'il s'agit, dans ces divers cas, de faits de convergence ou de véritables réminiscences phylogéniques.

Les chiffres observés chez les Compositacées Tubuliflores sont trop peu nombreux pour avoir une signification quelconque.

En revanche les données recueillies sur les Liguliflores méritent un examen d'ensemble.

J'ai montré antérieurement (pp. 17 et suiv.) que le chiffre 4 était

fondamental dans le grand genre *Crepis*, dans les genres *Picris*, *Urospermum* et chez *Scorzonera hispanica*.

J'ai observé le double $n = 8$ chez *Catananche coerulea*, *Lactuca perennis* et *L. virosa*, *Mulgedium alpinum* et *Sonchus oleraceus*. Il est également l'apanage de *Taraxacum confertum* (Rosenberg, 1909).

Les chiffres 4 et 8 représentent donc la forme typique de disposition de la chromatine chez les Chicoracées.

En dehors de *Tragopogon pratensis* (Beer, 1912), de *Lapsana communis* et de *Leontodon autumnalis*, chez lesquels j'ai relevé 6 chromosomes génétiques, on ne trouve, en effet, de chiffres aberrants que chez les formes apogames telles que celles étudiées par Rosenberg (1906-1907b), dans le genre *Hieracium*, par le même (1912), chez *Chondrilla juncea*, et par Juel (1905), chez *Taraxacum officinale*.

Il est à noter qu'à de très rares exceptions près, l'apogamie correspond à des chiffres chromosomiques élevés et aberrants.

IV. — Considérations générales et Conclusions.

Examinons maintenant dans leur ensemble les données du tableau systématique et les résultats de l'analyse qui vient d'en être faite.

Ces éléments peuvent être envisagés aux deux points de vue absolu et relatif.

1. Valeur absolue des chiffres chromosomiques.

Les valeurs de n varient chez les plantes de 2 (*Sporodinia grandis*) à 115 (*Equisetum arvense*).

Il n'existe dans l'ensemble aucun parallélisme entre la succession des chiffres chromosomiques et l'ascension des degrés de l'échelle végétale.

Des organismes rudimentaires, tels certains Schizophytes,

présentent leur chromatine répartie en un même nombre d'éléments que certaines Compositacées.

En revanche, des formes très apparentées peuvent présenter des chiffres chromosomiques très différents (*Crepis virens* et *C. biennis*).

Certains nombres chromosomiques tels que 4.8 et surtout 12 se montrent extrêmement fréquents chez les plantes.

Par contre, il existe des valeurs relativement exceptionnelles et qui deviennent ainsi caractéristiques de certains groupements systématiques ($n = 7$ chez *Oenothera*, $n = 9$ chez les Thymélacées, $n = 17$ chez une série de Campanules et chez *Adenophora*, $n = 18$ chez *Adoxa* et *Sambucus*), etc.

2. Valeur relative des chiffres chromosomiques.

Lorsqu'on envisage les valeurs diverses de n dans un groupe de formes apparentées, il n'est pas rare de pouvoir saisir entre elles un rapport relativement simple.

Ces rapports s'observent au sein de groupements d'importance variée.

Nous avons signalé ce fait que chez les Ptéridophytes on pouvait ranger les chiffres le plus communément observés en la progression géométrique $\div 4 : 8 : 16 : 32 : 64 : 128$ (115).

Les chiffres typiques notés chez les Liliacées constituent la série $\div 6 : 12 : 24 : 48$.

Examinons un instant ces variations progressives dans les limites plus étroites du genre.

Les genres dont toutes les espèces étudiées jusqu'ici montrent la même valeur de n , les genres homochromosomiques, semblent constituer une exception; tel est cependant le cas pour le genre *Lilium*.

Dans les genres hétérochromosomiques, il arrive fréquemment que, lorsque l'on compare les chiffres de deux espèces, on constate qu'il existe entre eux un rapport géométrique.



Les valeurs les plus fréquentes de la raison x sont $3/2$, 2, 3 et 4.

Se rangent dans le premier cas ($n : \frac{3n}{2}$) les variations suivantes : 8 : 12 (*Primula elatior* et *P. obconica*, *Rumex Acetosa* et *R. scutatus*), 14 : 21 (valeurs de $2n$) chez *Oenothera Lamarckiana* et *O. semi-gigas*.

Dans ce cas la forme correspondant au second terme, comparée à celle correspondant au premier, est semi-bivalente; le sporophyte est triploïdique.

Les variations $n : 2n$ sont beaucoup plus fréquentes.

En voici quelques exemples :

- 3 : 6 (*Crepis virens* et *C. taraxacifolia* (pour Beer);
- 4 : 8 (*Riccia crystallina* et *R. Frostii*, *Crepis tectorum* et *C. japonica*);
- 5 : 10 (*Asclepias tuberosa* et *A. Cornuti*);
- 7 : 14 (*Oenothera Lamarckiana* et *O. gigas*);
- 8 : 16 (*Rumex Acetosa* et *R. Acetosella*, *Capsella Viguicri* et *C. Bursa-pastoris*);
- 9 : 18 (*Primula Kewensis* stérile et *P. Kewensis* fertile);
- 10 : 20 (*Paspalum stoloniferum* et *P. dilatatum*; *Drosera rotundifolia* et *D. longifolia*);
- 12 : 24 (*Amblystegium serpens* et *A. riparium*, *Thalictrum minus* et *Th. purpurascens*);
- 15 : 30 (*Saxifraga sponhemica* et *S. granulata*);
- 16 : 32 (*Alchimilla arvensis* et *A. pentaphylla*, *Dahlia variabilis* et *D. coronata*);
- 17 : 34 (*Campanula Medium* et *C. rotundifolia*).

Les formes correspondant aux seconds termes de ces relations sont bivalentes; leurs sporophytes sont tétraploïdiques.

Les cas de variations $n : 3n$ ne sont pas exceptionnels; citons les variations intraspécifiques chez *Musa sapientum*, où les chiffres des deux variétés Dole et Kladi sont entre eux dans le rapport 8 : 24 et les variations interspécifiques suivantes :

- 7 : 21 (*Hieracium venosum* et *H. flagellare*);
- 9 : 27 (*Primula elatior* et *P. Auricula*);
- 12 : 36 (*Solanum Lycopersicum* et *S. nigrum*);
- 17 : 51 (*Campanula Medium* et *C. rapunculoides*).

Les seconds termes sont trivalents et le sporophyte hexaploïdique ou, comme dit Nemec, ditriploïde.

On ne connaît jusqu'ici qu'un cas de variation intragénérique $n : 4n$, c'est celui de $4 : 16$ (*Crepis tectorum* et *C. biennis*).

Il arrive que plusieurs de ces rapports se trouvent représentés dans les variations des valeurs de n , dans les limites d'un genre (*Primula*, *Campanula*, *Crepis*).

Mais, indépendamment de ces variations chromosomiques régulières, progressives, il en existe qui paraissent désordonnées, aucun lien n'apparaissant à première vue entre les chiffres.

Les exemples en sont nombreux, quand on envisage les valeurs de n dans les genres d'une famille et même dans les limites du genre lui-même.

Variations progressives et variations désordonnées s'enchevêtrant, donnent à l'ensemble des chiffres l'allure irrégulière, compliquée qui caractérise leur succession dans l'ordre systématique.

Avant de chercher à dégager une conclusion relativement à la portée des variations que nous venons d'analyser, cherchons à nous rendre compte des mécanismes qui ont pu les produire au cours de l'évolution.

Chez les Mousses, Él. et Ém. Marchal (1907, 1909, 1911) ont montré qu'en provoquant artificiellement le développement végétatif des tissus de la capsule, avant la maturation des spores, on peut obtenir des gonophytes diploïdiques qui, tout au moins chez les espèces monoïques, sont fertiles et capables d'engendrer des sporophytes tétraploïdiques.

La réduction chromatique ramène à $2n$ le nombre des chromosomes dans les spores qui fixent ainsi définitivement la race bivalente obtenue.

Ces auteurs ont réalisé cette création de formes bivalentes chez un certain nombre d'espèces, notamment chez divers *Bryum*, *Barbula* et chez *Amblystegium serpens*.

Chez cette dernière espèce, on peut même pousser plus loin



les phénomènes d'aposporie et obtenir par le développement végétatif d'une capsule tétraploïdique une phase sexifère à $4n$: celle-ci toutefois, frappée de déchéance, reste stérile.

Chez les espèces dioïques, les formes produites par aposporie deviennent hermaphrodites; la sexualité reste, en revanche, intacte chez les espèces monoïques.

Au surplus, aucun caractère morphologique nouveau n'est acquis par l'espèce du fait de l'augmentation de ses chromosomes, exception faite cependant pour *Phascum cuspidatum bivalens*, qui constitue une véritable mutation. Il est très nain, présente des feuilles à limbe réduit, à nervures plus ou moins complètement transformées en productions allongées irrégulières, sortes de propagules que l'on trouve aussi en remplacement des organes sexuels, lesquels font généralement défaut.

Mais, si chez les Mousses aposporiques les caractères externes restent inchangés, les dimensions des noyaux et celles des cellules s'accroissent de volume dans une proportion correspondant à l'augmentation du nombre des chromosomes.

Él. et Ém. Marchal ont montré qu'en dehors des conditions de l'expérimentation de laboratoire, des traumatismes variés peuvent amener le développement aposporique du sporophyte des Mousses et que par conséquent la naissance de races bi- ou plurivalentes peut se réaliser spontanément dans la nature.

Nous possédons donc, pour les Mousses, dans le développement aposporique, un mécanisme, d'ailleurs cytologiquement contrôlé, de polymérisation des chromosomes.

Chez les Phanérogames, les expériences de Nemec (1910) ont montré la possibilité de la formation, dans les méristèmes radiculaires soumis à l'action de certains anesthésiques, notamment du chloral, de noyaux syndiploïdes, résultats de mitoses incomplètes suivies de caryogamies.

Toutefois, le manque de persistance de ces éléments anormaux enlève à la fusion nucléaire expérimentale une grande



partie de sa portée en tant que mécanisme pouvant expliquer une augmentation persistante du nombre des chromosomes.

Les observations de Nemec démontrent néanmoins la possibilité de la formation, dans les méristèmes, de noyaux bi-pluri-valents.

De cette production pathologique de syncarions, il faut rapprocher la formation normale de cellules multinucléées, telles qu'en présentent certains tissus frappés de dégénérescence végétative (endosperme, cellules nourricières du pollen, etc.).

L'étude qu'a faite Bonnet (1912) des phénomènes qui caractérisent la sénilité des cellules nourricières des grains de pollen montre comment, par des mitoses répétées, ces cellules tendent à devenir multinucléées, tandis que des caryogamies ramènent le nombre des noyaux à un chiffre moins élevé, parfois même à l'unité.

Le résultat de ce processus complexe est la formation de cellules très fortement hyperchromatiques au moment de leur désintégration finale.

Un processus analogue a été étudié par Huss (1906) dans la formation des cellules antipodes du sac embryonnaire.

Dans les divers cas observés d'augmentation du nombre des chromosomes, le phénomène siège malheureusement toujours en dehors des cellules (gamètes, œuf fécondé) qui, intervenant dans la reproduction sexuelle, pourraient être le point de départ de lignées polyploïdes.

Pour expliquer la genèse de ces dernières, on en est réduit (en dehors de l'exemple des Mousses aposporiques) à des hypothèses qu'ont suscitées notamment le cas d'*Oenothera gigas*, ce mutant de *O. Lamarckiana* remarquable par son contingent chromosomique double de celui du type.

Stomps (1910), adoptant le point de vue de son maître de Vries, défend la thèse de la prémutation.

Pour lui, *O. gigas* résulte de l'union de deux cellules sexuelles possédant un nombre de chromosomes double de celui de la normale.



Gates (1909 et 1913), au contraire, considère comme plus vraisemblable qu'un œuf fécondé ait été le siège d'une caryocinèse non suivie de division cellulaire amenant la formation d'un œuf à noyau tétraploïdique.

Il est porté à ramener les caractères de *O. gigas* à de simples manifestations du gigantisme cellulaire résultant de l'augmentation de la masse chromatique des noyaux.

Gates objecte à la théorie de Stomps cette remarque, qu'en cas de mutation des gamètes on devrait rencontrer dans les produits de la variation de *O. Lamarckiana* des formes triploïdes résultant de l'union de cellules sexuelles normales avec des cellules ayant subi la multiplication chromosomique.

Strasburger, de son côté, se prononce dans « Chromozomenzahl » (1910) en faveur d'une postmutation.

Stomps est revenu en 1912 sur la question avec des arguments tirés d'observations nouvelles.

L'étude d'un individu d'*Oenothera* développé dans un semis de *O. Lamarckiana* et présentant les caractères des types que de Vries qualifie de « halbe Mutanten » lui a révélé la présence d'un nombre de chromosomes somatiques égal à 21.

L'existence de ce type, que l'auteur appelle *semi-gigas*, démontre, d'après lui, la possibilité pour *O. Lamarckiana* de produire parfois des cellules sexuelles à $2n$ chromosomes. Celles-ci, suivant qu'elles s'unissent entre elles ou avec des gamètes normales, produisent des formes homozygotes tétraploïdes (*O. gigas*) ou hétérozygotes triploïdes (*O. semi-gigas*).

Cette production de cellules sexuelles à 14 chromosomes ne semble d'ailleurs pas propre à *O. Lamarckiana* type; plusieurs de ses produits de mutation, notamment *O. rubrinervis* et *O. lata*, présenteraient le même phénomène.

Lorsqu'on croise l'un de ces trois Onagres avec l'un des trois suivants : *O. muricata*, *O. cruciata*, *O. Millersi*, on obtient généralement, dans la descendance directe, toutes plantes chlorotiques qui meurent rapidement.

De temps en temps, cependant, on observe, dans les semis, une plantule verte qui prospère normalement dans la suite.

Stomps a étudié cytologiquement quelques-unes de ces plantes *Hero*, ainsi qu'il les appelle, et y a compté, d'une façon constante, 21 chromosomes somatiques.

Comme les *O. muricata*, *cruciata* et *Millersi* présentent toujours $n = 7$, le reliquat a dû être apporté par les gamètes provenant de l'autre parent *O. Lamarckiana*, *O. rubrinervis* ou *O. lata*.

L'intervention, lors de la fécondation, d'une cellule sexuelle mutante à $2n$ (gamète *gigas*) fournit un œuf à $3n$ produisant une plante *Hero* viable, tandis que l'union de cellules à n fournit des individus frappés de déchéance végétative.

La fréquence de la mutation des cellules sexuelles de *O. Lamarckiana* en cellules sexuelles *gigas* se trouve ainsi exprimée par la fréquence d'apparition, dans les produits des hybridations entre les espèces indiquées ci-dessus, du type *Hero*.

Partant de cette constatation effectuée par de Vries, que ce dernier s'observe généralement à raison de 3 pour mille, Stomps en déduit que sur 1,000 cellules sexuelles de *O. Lamarckiana* notamment, il y en a trois possédant anormalement $2n$ chromosomes. Ce coefficient de mutation existant vraisemblablement aussi bien pour les œufs que pour les grains de pollen et la présence chez l'un de ces deux éléments suffisant pour amener la production d'un individu *semi-gigas* à 21 chromosomes, ce type intermédiaire aura $\frac{0.3}{100} + \frac{0.3}{100} = \frac{0.6}{100}$ ou 6 pour mille chances d'apparaître.

Pour la production d'un individu *gigas*, la coopération de deux cellules à $2n$ étant nécessaire, la fréquence de la mutation sera exprimée par $\frac{0.3}{100} \times \frac{0.3}{100} = \frac{0.09}{10.000}$, ce qui explique l'extrême rareté d'apparition de cette forme.

Le mécanisme de prémutation proposé par Stomps pour éclairer la genèse d'*Oenothera gigas* et de *O. semi-gigas* peut

permettre d'expliquer la naissance de toutes les formes semi-bivalentes (triploïdiques) et bivalentes (tétraploïdiques), suivant qu'il intervient à la fécondation un seul noyau à $2n$ (monomutation) ou deux (bimutation).

Nemec (1912) a énoncé une autre hypothèse pour expliquer la filiation des formes triploïdes et ditriploïdes.

Elle est basée sur certains faits observés par lui chez *Gagea* et qui tendent à rendre admissible la possibilité d'une fécondation dispermique.

Il envisage, dans ses spéculations, le cas de *Taraxacum officinale* rapproché de *T. confertum*.

Cette dernière espèce possède comme on sait $n = 8$.

Admettons l'accomplissement accidentel d'une fécondation dispermique : on obtiendra un œuf à 24 chromosomes, chiffre qui représente sensiblement la moyenne des nombres somatiques indiqués pour *T. officinale*.

La production d'une forme qualifiée de tridiploïde est ramenée, par Nemec, à un fait de fécondation double suivie d'une carýocinèse incomplète du noyau de l'œuf, amenant un doublement des $3n$ chromosomes ainsi constitués.

Soit, par exemple, la var. Dole de *Musa sapientum*, chez laquelle $n = 8$. La fécondation dispermique donne un œuf à 24 chromosomes qui, après une duplication de ceux-ci, fournit un soma à 48 et un germen à 24 (chiffre de la variété Kladi de la même espèce).

Nemec explique de la même façon la genèse de *Wikstroemia indica* ($n = 22$ à 29) aux dépens d'un type *W. canescens* à $n = 9$ et celle de *Hieracium flagellare* ($n = 21$) aux dépens de *H. venosum* ($n = 7$).

La théorie de Nemec est assurément séduisante. Toutefois s'il était vrai que la bi- ou la polyspermie est parfois à l'origine des formes nouvelles, on devrait trouver dans la nature des cas d'influence héréditaire prédominante de l'ascendant paternel.



L'étude du mendélisme chez les formes triploïdes projetterait sans doute de la lumière sur ce point.

Dans les différentes théories que nous venons d'envisager : prémutation (mono- ou bimutation), postmutation, bi-poly-spermie, la multiplication des chromosomes procède, en dernière analyse, de la division longitudinale, équationnelle des chromosomes primitifs.

Il en résulte une génération qui, au lieu des deux séries chromosomiques qui caractérisent la phase diploïdique normale, en possède trois (soma triploïdique d'une forme semi-bivalente), ou quatre (soma tétraploïdique d'une forme bivalente).

Il se produit ainsi une véritable polymérisation chromosomique qui se traduit d'ailleurs, dans tous les cas bien étudiés, par une augmentation de volume des noyaux et des cellules (*Oenothera gigas* comparé à *O. Lamarckiana*, races de *Musa sapientum*, *Paspalum stoloniferum* et *P. dilatatum*, *Primula Auricula* et *P. elatior*, *Crepis biennis* et *C. lacera*).

L'augmentation de volume des cellules semble constituer un véritable critérium de l'accroissement de la masse chromatique produit par division longitudinale.

En revanche, on peut concevoir un procédé de variation numérique des chromosomes qui ne modifie pas quantitativement la matière chromatique et qui rend compte, non seulement des variations progressives, mais encore des variations que je qualifierai de désordonnées, telles que la genèse des chiffres 5, 7, 11, 13, 17, 23, par exemple.

C'est la division transversale de tout ou partie des chromosomes.

Envisageons un instant la possibilité d'un tel phénomène et supposons qu'il se manifeste dans l'œuf.

La bipartition transversale de tous les chromosomes fournira un œuf à $2 \times 2n = 4n$, point de départ d'une forme bivalente.

La tripartition de tous les chromosomes donnera un œuf à $2 \times 3n = 6n$ (forme trivalente).

La bi-partition de la moitié des chromosomes amènera la production d'un œuf à $2 \left(\frac{n}{2} + \frac{2n}{2} \right) = 3n$ (forme semi-bivalente).

La division d'un nombre x de chromosomes donnera un sporophyte à $2 (n - x + 2x) = 2n + 2x$ chromosomes.

Dans ces divers cas, le nombre n devient respectivement $2n$, $3n$, $\frac{3n}{2}$, $n + x$.

Ce fractionnement supposé des chromosomes doit avoir théoriquement pour conséquence une diminution de taille de la totalité de ces éléments quand ils participent tous à ce phénomène, et des différences de taille, de l'hétérogénéité dans les figures, lorsque le phénomène n'est que partiel.

D'autre part, la masse chromatique n'étant pas accrue du fait de la division transversale, il n'y a pas de raison de voir l'augmentation du nombre des chromosomes retentir manifestement sur les dimensions des noyaux et des cellules.

Nous trouvons dans l'observation cytologique un certain nombre de constatations en harmonie avec ces vues *a priori*.

Rappelons le cas des variations chromosomiques, dans le genre *Campanula*, précédemment exposées.

Comme il a été dit, quand on examine des figures correspondantes des *C. Medium* (à $n = 17$), *C. rotundifolia* (à $n = 34$) et de *C. rapunculoides* (à $n = 51$), on constate que la progression des nombres est accompagnée d'une diminution proportionnelle de la taille des chromosomes, tandis que la dimension des cellules-mères reste sensiblement constante.

D'autre part, un certain nombre d'exemples d'hétérogénéité dans les dimensions des chromosomes ont été signalés dans ces dernières années.

Ces faits se révèlent surtout nettement dans les cinèses somatiques, au cours desquelles la forme filamenteuse des chromosomes accentue les inégalités de taille que souligne, encore souvent, l'arrangement par paires des éléments homologues.

Les observations de Müller (1912) sont très suggestives à cet égard.

Dans les cinèses génétiques, l'inégalité des chromosomes est beaucoup plus difficile à saisir.

Voici cependant quelques cas bien observés :

Chez *Butomus umbellatus*, Holmgreen (1913) fixe à 11 la valeur de n .

Parmi les 11 gemini, il y a 3 mégachromosomes et 8 microchromosomes, ce qui est confirmé par l'examen des cinèses somatiques, qui montrent, sur 22 éléments, 6 chromosomes manifestement plus grands.

Une forme telle que *Butomus umbellatus* pourrait reconnaître comme origine un type à 7 chromosomes chez lequel 4 chromosomes ayant subi une bi-partition; on aurait $4 \times 2 = 8 + 3 = 11$ chromosomes (dont 8 petits). Notons que ce chiffre 7 existe précisément chez une autre Hélobiée : *Potamogeton foliosus*.

Chez *Crepis lanceolata* var. *platyphyllum*, il y a, d'après les dessins de Tahara et Ishikawa (1911), 5 gemini, dont 2 petits. Ceux-ci dériveraient de la division d'un des 4 chromosomes d'un type primitif, le chiffre 4 étant fondamental chez *Crepis*.

Le cas de *Melandryum diurnum* est plus compliqué. Strasburger (1910b) a décrit, à la métaphase hétérotypique de cette espèce, 12 gemini dont 1 manifestement plus gros.

Reste pour les microchromosomes le nombre impair 11 qui ne peut être le résultat d'un phénomène de bipartition unique.

Il faut pour l'expliquer admettre la possibilité d'une division transversale répétée de certains chromosomes amenant la formation de trois catégories d'éléments, des gros, des petits et des moyens.

Dans cette hypothèse, on pourrait voir dans les 12 chromosomes de *Melandryum diurnum*, par exemple, le complexe suivant : 1 chromosome primitif entier plus 9 éléments ayant la valeur d'un demi-chromosome et 2 éléments de la valeur de un quart.

Ceci admis, un type à $11 + 1$ mégachromosomes pourrait dériver d'un type à $n = 6$, dont les chromosomes auraient subi une première bipartition intéressant 5 chromosomes et donnant



un chiffre $5 \times 2 = 10 + 1 = 11$ dont un gros primitif et 10 demis, et une seconde bipartition limitée à un de ces derniers et portant le nombre à 12.

L'existence de chromosomes de trois dimensions a été de fait observée dans les cinèses somatiques de plusieurs espèces par Müller (1912).

On en connaît aussi quelques exemples dans les noyaux sexuels.

Tabara (1910), chez *Morus indica*, note 14 gemini dont 1 manifestement plus gros; parmi les 13 autres, il signale et figure deux catégories de tailles.

Comme nous l'avons dit, Rosenberg (1909b), Beer (1912), Digby (1914) ont distingué parmi les 3 gemini de *Crepis virens* 1 gros, 1 moyen, 1 petit.

Beer, chez *Crepis taraxacifolia*, sur 6 note 2 gros, 2 moyens, 2 petits.

Nous reviendrons plus loin sur ces chiffres. Bornons-nous en ce moment à constater que des inégalités de taille ont été observées qui militent en faveur de la thèse d'une division transversale possible de ces éléments.

D'ailleurs, une division transversale des chromosomes somatiques a été observée par Fraser et Snell chez *Vicia Faba* (1911) et par Digby et Thomas (1914) dans un mutant d'*Oenothera* du type *lata*.

Nous avons envisagé ci-dessus la possibilité d'une division des chromosomes dans la phase sporophytique; notons que si ce phénomène se réalisait dans les cellules sexuelles, il y aurait là un facteur de variabilité chromosomique en plus, les cellules sexuelles mutantes pouvant s'unir en combinaisons homo- ou hétérozygotes.

La division transversale peut ainsi réaliser une augmentation du nombre des chromosomes, ce qui étend favorablement les limites de la variabilité tout en évitant les inconvénients d'un accroissement excessif de la masse de la matière chromatique.



Différents faits montrent, à ce propos, qu'au delà d'une certaine limite, l'hyperchromaticité tend à engendrer la stérilité ou tout au moins la perte de la sexualité et même la dégénérescence végétative.

Chez les Mousses polyploïdiques d'Él. et Ém. Marchal, la génération sexifère à $4n$ est frappée de déchéance végétative et sexuelle; elle est très peu vigoureuse et stérile. Bien qu'il se forme des cellules sexuelles bien constituées en apparence, leur union en un sporophyte octoploïdique ne se réalise pas.

La raison du fait curieux que, dans la plupart des cas chez les Phanérogames, l'apogamie est liée à l'existence de hauts chiffres chromosomiques doit être vraisemblablement recherchée dans l'inaptitude à la fécondation des cellules sexuelles hyperchromatiques.

L'apogamie apparaît comme une résultante et non comme une cause déterminante de l'existence d'un grand nombre de chromosomes.

Le nombre des chromosomes peut encore être modifié par le jeu d'un mécanisme sur lequel Gates et Thomas viennent d'attirer l'attention (1914).

Les mutants d'*Oenothera* de la série *lata* et *semi-lata* possèdent tous 15 chromosomes somatiques, bien qu'ils dérivent de formes à $2n = 14$.

Gates et Thomas admettent que les mutants à 15 chromosomes ont acquis l'extrachromosome par la distribution accidentelle, lors de la division réductionnelle, des deux chromosomes d'une paire dans le même noyau-fille.

La dégénérescence des noyaux à 6 chromosomes ne laisse subsister que ceux à 8.

Il se forme ainsi exceptionnellement chez certains *Oenothera* des cellules sexuelles à $n = 8$ qui, unies au hasard des fécondations à une cellule à contingent chromosomique normal, fournissent des œufs à $2n = 15$, point de départ d'individus à caractères *lata*.



Des individus mutants à $n = 16$, dont théoriquement le coefficient de fréquence doit être d'ailleurs beaucoup plus faible, n'ont pas encore été observés.

Une inégale distribution des chromosomes aux pôles, dont Gates avait déjà antérieurement (1908) signalé un cas chez *O. rubrinervis*, peut donc être le point de départ d'une variation dans le nombre de ces éléments.

L'hybridation entre formes à nombre de chromosomes différents devrait être aussi une cause de variation numérique.

Toutefois, ces cas semblent être fort rares, car la compatibilité à l'union hétérozygote semble précisément résider, tout au moins pour une part, dans l'existence de conditions nucléaires similaires chez les deux formes en présence.

Dans l'exemple classique étudié par Rosenberg (1909) de *Drosera obovata*, hybride entre *D. rotundifolia* à $n = 10$ et de *D. longifolia* à $n = 20$, on trouve comme nombre somatique la somme des valeurs de n des deux parents soit 30.

Mais, lors de la maturation, on compte, à la métaphase hétérotypique, 10 gemini provenant vraisemblablement de l'accolement de la série chromosomique de *D. rotundifolia* avec une des deux séries de *D. longifolia* et 10 chromosomes unitaires de ce dernier qui se répartissent inégalement dans la suite.

L'hybride autofécondé est d'ailleurs stérile, mais, croisé avec l'un des parents *D. longifolia*, il a donné un hybride dérivé à $2n = 37$ chromosomes.

Farmer et Digby (1907) ont compté chez *Polypodium Schneideri* $n = 95$ à 125, tandis que les parents : *P. aureum* et *P. vulgare* var. *elegantissimum*, ont respectivement $n = 35$ et $n = 90$.

Les hybrides entre formes d'*Oenothera* hétérochromosomiques étudiés par Gates (1907), Geerts (1911) et Lutz (1910 et 1912), montrent également des chiffres somatiques égaux à la somme des valeurs de n dans les parents, mais ils présentent

des irrégularités de répartition intéressantes des chromosomes dans les cinèses de maturation.

En revanche, d'après Digby (1912), le produit du croisement entre *Primula floribunda isabellina* à $n = 9$ et *P. Kewensis* fertile accuse les mêmes valeurs chromosomiques que ce dernier ($n = 18$).

Comme on le voit par ces quelques exemples, le résultat des unions hétérochromosomiques est variable, ce qui est vraisemblablement dû à ce fait qu'il y a en présence, chez l'ascendant à nombre le plus élevé de chromosomes, tantôt des séries homologues d'origine équationnelle, tantôt des séries formées d'éléments résultant, en tout ou en partie, de divisions transversales.

On comprend que, suivant le cas, les affinités attractives s'exerçant différemment au synapsis, le résultat de la conjugaison chromosomique puisse varier.

Au reste, la rareté relative des unions entre formes hétérochromosomiques, le fait de leur fréquente stérilité tendent à restreindre l'importance de l'hybridation, en tant que facteur de variation, du nombre des chromosomes.

Le cas, très remarquable, de véritable hybride de greffe observé par Winkler (1910) : *Solanum Darwinianum*, doit être encore signalé en terminant cette étude de la genèse des variations chromosomiques.

Tandis que dans les diverses chimères obtenues par Winkler de la greffe entre *Solanum Lycopersicum* et *S. nigrum*, les deux symbiontes conservent une indépendance nucléaire complète, à l'origine du *S. Darwinianum*, il s'est produit un processus particulier amenant l'existence d'un nombre de chromosomes somatiques égal à la somme des valeurs de n chez les deux parents ($12 + 36 = 48$), absolument comme s'il s'agissait d'un hybride sexuel.

La valeur de $n = 24$, observée dans les cinèses sexuelles, constitue donc une variation chromosomique acquise par hybridation végétative.



Nous n'avons envisagé, jusqu'ici, que des cas de variations progressives amenant une augmentation du nombre des chromosomes.

On peut se demander s'il ne peut se produire des cas de réduction de ce nombre.

Ce phénomène est évident dans le cas de *Primula Kewensis* fertile, où l'on peut voir, au lieu de 18 gemini, 16 gemini et une tétrade, soit 17 éléments. Il en est de même chez *P. obconica*, comme je l'ai montré.

Il semble logique d'admettre que les 3 chromosomes de *Crepis virens* dérivent de ceux d'un type à 4 chromosomes, chiffre normal du genre, par fusion de deux éléments en un mégachromosome.

Dans le cas de *Allium Moly*, qui seul, dans le genre, montre $n = 7$, tandis que les autres ont $n = 8$, on est assez tenté de voir aussi un cas de réduction.

C'est là une hypothèse de plus permettant d'expliquer la production de chiffres aberrants.

Tels sont les mécanismes qui peuvent rendre compte de la variation numérique du nombre des chromosomes chez les plantes.

Ils sont multiples et l'on comprend que leur action combinée amène comme résultat la production pour n , dans les limites d'un groupe restreint, d'un genre par exemple, de nombres très différents et souvent sans relations apparentes les uns avec les autres.

C'est ainsi que chez *Crepis*, la série des valeurs observées : 3, 4, 5, 6, 8, 16, apparaît, à première vue, comme désordonnée.

Cependant, étant admis que le chiffre 4, apanage de l'immense majorité des espèces du genre et d'ailleurs de type archaïque, peut être considéré comme fondamental, la dérivation des nombres 8 et 16 constitue un fait de polymérisation nucléaire fréquent et explicable; le chiffre 3 (2 petits 1 gros), comme



nous l'avons dit, a dû être amené par la fusion de deux chromosomes d'un type à $n = 4$; le chiffre 5 (3 gros, 2 petits) provient de 4, avec bi-partition d'un chromosome.

Quant à 6, dont l'existence est d'ailleurs discutée, ce chiffre représenterait soit le cas d'une forme bivalente par rapport à un type à $n = 3$, soit celui d'une forme semi-bivalente par rapport à un type à $n = 4$.

Les considérations développées ci-dessus permettent aussi, par exemple, d'interpréter les variations chez *Campanula* : 8, 10, 13, 17, 34, 51. Du chiffre 8, qui semble fondamental dans le genre, on peut concevoir la dérivation des nombres 10 et 13 s'effectuant par des divisions transversales partielles, ce dont témoigne d'ailleurs une certaine hétérogénéité des éléments; d'autre part, le passage de 8 à 17 a pu se faire par l'intermédiaire d'un type à $n = 16$, disparu ou non encore touché par l'étude cependant déjà approfondie du genre, chez lequel la division d'un chromosome aurait fait progresser le chiffre de 16 à 17; quant aux valeurs 34 et 51, elles dérivent directement de celle-ci.

Il est donc fréquemment possible, et plus l'étude d'un genre a été poussée loin et plus la chose se trouve être relativement facile, de ramener, par le jeu combiné de mécanismes cinétiques divers, les valeurs de n à un chiffre unique, fondamental.

Une dérivation analogue unit entre eux les nombres génériques et, ainsi de suite, on peut concevoir les valeurs multiples et disparates de n dans des groupes d'importance croissante, ramenés, à travers des étapes nombreuses et compliquées, chaînons d'ailleurs souvent disparus, à une disposition fondamentale primitive de la chromatine.

Comme il ressort nettement de l'examen de l'ensemble des valeurs chromosomiques et de leurs rapports, le chiffre 4 semble constituer chez les plantes supérieures (Archégoniates et Phanérogames) la forme de clichage la plus simple de la matière chromatique.

Sans doute est-elle la mieux en harmonie avec les nécessités de la dynamique cellulaire.



La disposition archaïque de la matière héréditaire en 4 chromosomes s'est conservée inchangée jusque dans certains types très évolués; ailleurs elle s'est altérée par des mutations variées donnant naissance aux dérivés les plus divers.

Parmi les types très évolués qui ont conservé le chiffre $n=4$, il faut citer beaucoup de Compositacées Liguliflores à reproduction normale, tandis que chez les espèces apogames, tels divers *Hieracium*, *Taraxacum officinale*, etc., la valeur de n est généralement plus élevée.

Remarquons que si l'apogamie engendre la fixité absolue des formes, l'oligochromosomie, en diminuant le nombre des combinaisons métaphasiques qui diversifient les cellules sexuelles au cours de leur maturation, amène aussi une réduction d'amplitude de la variabilité.

Il est intéressant de noter la coexistence de ces deux dispositions à tendances identiques chez les formes ayant atteint le plus haut degré de perfectionnement.

La répartition en 4 chromosomes ne paraît cependant pas devoir constituer la forme vraiment primitive d'organisation de la matière chromatique chez les plantes.

Il y a lieu de croire que chez les premiers représentants de la vie organique, la chromatine se trouvait disséminée dans le protoplasme, comme nous le montrent, à l'heure actuelle, les Bactériacées.

L'agrégation de cette chromatine en une masse unique dans un noyau, la production par bi-partition de deux chromosomes, disposition que l'on observe encore chez certains Thallophytes, telles pourraient avoir été les étapes franchies, au cours de l'évolution, par la matière héréditaire avant la constitution de la tétrade chromosomique.



CONCLUSIONS.

D'un examen de l'allure générale des valeurs de n dans la série végétale et surtout de l'étude approfondie des caractères des chromosomes chez des formes étroitement apparentées (genres *Primula*, *Campanula*, *Crepis*, par exemple), on peut tirer cette conclusion qu'il existe une véritable filiation de la matière chromatique.

La proportionnalité directe qui unit, dans un grand nombre de cas, entre elles les valeurs de n ne peut guère s'expliquer que par une parenté commune d'origine.

Les chiffres aberrants, les nombres impairs, par exemple, dont l'existence semble, à première vue, incompatible avec l'idée de filiation, se concilient avec cette conception et en arrivent même à l'appuyer dans les cas les mieux étudiés.

Dans ces exemples où l'examen minutieux de la taille relative des chromosomes autorise leur distinction en diverses catégories, on constate que la totalisation des valeurs réelles de ces éléments fournit un chiffre qui s'harmonise avec les nombres typiques dans le groupement considéré.

On peut donc admettre que les chromosomes non seulement persistent à travers l'ontogénie des êtres, de l'œuf aux cellules sexuelles, soudant ainsi entre elles leurs générations successives, mais encore constituent le lien qui unit les différentes étapes du développement évolutif.

Si cette filiation de la matière héréditaire existe, inséparable de la parenté phylogénique, on peut se demander comment il ne se manifeste pas toujours un parallélisme plus étroit entre la sériation des chiffres et celle des formes vivantes rangées suivant les conceptions des systématiciens.

S'il se trouve, en effet, des cas nombreux où les variations



numériques des chromosomes soulignent nettement les distinctions établies par ces derniers, il en est d'autres où il y a un manque d'harmonie flagrant entre le critérium cytologique et le critérium morphologique.

Toutefois, il serait téméraire d'affirmer que, dans ce désaccord, c'est nécessairement la conception des systématiciens qui est toujours la plus rapprochée de la vérité, c'est-à-dire qui traduit le mieux les affinités réelles existant entre les formes vivantes.

Je pense, au contraire, que les caractères morphologiques, ces effets en somme secondaires et parfois modifiables de l'action des facteurs primordiaux de l'hérédité, expriment souvent mal la parenté vraie.

Ce qui subsiste cependant et qui échappe, à première vue, à toute explication, c'est ce fait que des formes, à coup sûr très éloignées, présentent souvent un même nombre de chromosomes et qu'en revanche, des espèces très voisines peuvent être très dissemblables à ce point de vue.

Notons que dans le premier cas, il s'agit toujours de chiffres très fréquents et de type archaïque tels que 4, 8, 12.

On peut concevoir ce mode de répartition de la chromatine conservé à travers de nombreux chaînons disparus ou non encore étudiés reliant entre elles les formes homochromosomiques. L'inscription de nouveaux caractères peut, semble-t-il, s'être effectuée, au cours de cette évolution, sans altération du nombre des chromosomes, la chromatine seule subissant des modifications, tandis que le cadre, le substratum lininien, reste relativement inchangé.

Quant à l'éloignement des valeurs de n chez des types cependant très voisins, il s'explique par le fait que la division transversale d'un chromosome, amenant la production d'un chiffre $n + 1$, suffit pour donner naissance à des valeurs d'un type tout différent. Or ce phénomène ne comporte en lui-même aucune modification fondamentale de la matière héréditaire et, par répercussion, des caractères.

Quoi qu'il en soit, il faut bien avouer cependant que, dans



l'état actuel de nos connaissances, les caractères chromosomiques sont incapables de traduire la multiplicité infinie des nuances morphologiques qui différencient les êtres.

Faut-il s'en étonner plus que de cette constatation que les caractères de forme et de dimensions des bactéries sont loin d'être en rapport avec la diversité des actions biologiques que ces microbes déterminent?

Des maladies, des fermentations très différentes sont provoquées par des formes bactériennes morphologiquement identiques. En revanche, des manifestations très analogues sont produites par des formes très dissemblables.

Personne ne niera cependant les relations de cause à effet existant entre le microbe et la maladie.

A la façon des bactéries, les chromosomes, vus tels que nous pouvons les observer avec nos moyens optiques, apparaissent comme des éléments trop rudimentaires pour que les rares combinaisons auxquelles donnent naissance leurs quelques caractères appréciables puissent rappeler la prodigieuse diversité morphologique des espèces auxquelles ils appartiennent.

Mais, de même que le pathologiste considère comme fondamental, dans l'établissement du diagnostic d'une maladie infectieuse, l'examen microscopique du microbe, et cela malgré le manque de valeur absolue de ce caractère, de même le biologiste doit accorder aux particularités des chromosomes une importance réelle dans la recherche des affinités entre les formes vivantes.

D'ailleurs, l'étude de plus en plus fine non seulement du nombre (caractère relativement grossier) mais de la forme et des dimensions absolues et surtout relatives des chromosomes, rendue possible par de nouveaux perfectionnements de la technique, permettra sans doute un jour de trouver les éléments d'une caractérisation subtile de ces éléments.

Peut-être se trouvera ainsi fortifiée cette hypothèse séduisante qu'à chaque combinaison de caractères morphologiques, apanage



d'un type, correspond une disposition particulière des éléments chromatiques, la première n'étant en somme que le résultat de l'extériorisation de la seconde.

Le critérium cytologique pourra ainsi apporter, à la suite du critérium embryologique avec lequel il se lie intimement, un concours extrêmement précieux à l'établissement de l'enquête phylogénique sur laquelle, suivant l'expression heureuse d'Errera, doit être avant tout basée la Systématique rationnelle.

Gembloux, Laboratoire de Botanique de l'Institut
agricole de l'État, juillet 1914.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE.

- Allen (Ch. E.), 1903. — *Nuclear division in the pollen mother-cells of Lilium canadense*. (ANN. OF BOT., t. XIX, p. 190.)
- 1912. — *Cell structure, growth and division in the antheridia of Polytrichum juniperinum Willd.* (ARCH. F. ZELLFORSCH., t. VIII, p. 121.)
- Allister (F.-Mc.), 1909. — *The development of the embryo-sac of Smilacina stellata*. (BOT. GAZ., t. XLVIII, p. 200.)
- Andrews (F.-M.), 1901. — *Karyokinesis in Magnolia and Liriodendron with special reference to the behaviour of the chromosomes*. (BEIH. ZUM BOT. CENTRALBL., t. II.)
- Armand (G.-L.), 1912. — *Fécondation et développement de l'embryon chez les Lobéliacées*. (C. R. ACAD. PARIS, t. CLV, p. 1534.)
- Arnaud (L.-G.), 1913. — *La mitose chez Capnodium meridionale et chez Coleosporium Senecionis*. (BULL. SOC. MYCOL. FRANCE, t. XXIX, p. 345.)
- Arnoldi (W.), 1910. — *Beiträge zur Morphologie der Keimung von Salvinia natans*. (FLORA, t. C, p. 121.)
- Atkinson (G.-T.), 1899. — *Studies on reduction in plants*. (BOT. GAZ., t. XXVIII, p. 18.)
- Bally (W.), 1911. — *Cytologische Studien an Chytridinäen*. (JAHR. F. WISS. BOT., t. L, p. 95.)
- 1912. — *Chromozomenzahlen bei Triticum und Aegilops Arten. Ein zytologischer Beitrag zum Weizenproblem*. (BER. D. D. BOT. GES., t. XXX, pp. 163-172.)
- Balls (W.-L.), 1903. — *The sexuality of cotton*. (YEARBOOK OF THE KHEDIVIAL AGRIC. SOC. CAIRO, 1903, p. 26.)

- Balls (W.-L.)**, 1910. — *The mechanism of nuclear division.* (ANN. OF BOT., t. XXIV, pp. 653-665.)
- Barker (P.-T.-B.)**, 1904. — *Further observations on the ascocarp of Ryparobius.* (REPT. BRITISH A. A. S., Cambridge, 1904, p. 825.)
- Barrett (J.-T.)**, 1912. — *Development and sexuality of some species of Olpidiopsis (Cornu) Fischer.* (ANN. OF BOT., t. XXVI, p. 209.)
- Baur (E.)**, 1911. — *Einführung in die Experimentelle Vererbungslehre.* Berlin.
- Beer (R.)**, 1903. — *The chromosomes of Funaria hygrometrica.* (NEW PHYT., t. II, p. 166.)
- 1906. — *On the development of the spores of Helminthostachys zeylanica.* (ANN. OF BOT., t. XX, p. 177.)
- 1906b. — *On the development of the spores of Riccia glauca.* (IBID., t. XX, p. 275.)
- 1910. — *On the development of the pollen grain and anther of some Onagraceae.* (BEIH. Z. BOT. CENTRALBL., t. XIX, p. 286.)
- 1912. — *Studies in spore development. II. On the structure and division of the nuclei in the Compositae.* (ANN. OF BOT., t. XXVI, p. 705.)
- 1913. — *Studies in spore development. III. The premeiotic and meiotic nuclear divisions of Equisetum arvense.* (IBID., t. XXVII, p. 643.)
- Belajeff (W.-L.)**, 1894. — *Zur Kenntniss der Karyokinese bei den Pflanzen.* (FLORA, t. LXXIX, p. 430.)
- 1898. — *Ueber die Reduktionsteilung der Pflanzenkerns.* (BER. D. D. BOT. GES., 1898.)
- Berghs (J.)**, 1906. — *Le noyau et la cinèse chez Spirogyra.* (LA CELLULE, t. XXIII, p. 55.)
- Berlese (A.-M.)**, 1897. — *Ueber die Befruchtung und Entwicklung der Oosphäre bei den Peronosporæen.* (JAHRB. F. WISS. BOT., t. XXXI, p. 159.)
- Berridge (E.-M.)**, 1909. — *Fertilization in Ephedra altissima.* (ANN. OF BOT., t. XXIII, p. 509.)
- Black (C.-A.)**, 1913. — *The morphology of Riccia Frostii.* (ANN. OF BOT., t. XXVII, p. 521.)
- Blackman (V.-H.)**, 1898. — *On the cytological features of fertilization and related phenomena in Pinus sylvestris.* (PHIL. TRANS. ROY. SOC. LONDON, t. CXC, p. 395.)
- 1904. — *On the fertilization, alternation of generations and general cytology of the Uredineae.* (ANN. OF BOT., t. XVIII, p. 323.)
- 1906. — *Further studies on the sexuality of the Uredineae.* (IBID., t. XX, n° 77.)
- Bolleter (E.)**, 1905. — *Fegatella conica (L.) Corda. Eine morphologisch-physiologische Monographie.* (BEIH. BOT. CENTR., t. XVIII, p. 327.)
- Bonnet (J.)**, 1911. — *Sur le groupement par paires des chromosomes dans les noyaux diploïdes.* (ARCH. F. ZELLFORSCH., t. VII, p. 231.)
- 1912. — *Recherches sur l'évolution des cellules nourricières du pollen chez les Angiospermes.* (IBID., t. VII, p. 604.)
- Brooks (F.-T.)**, 1910. — *The development of Gnomonia erythrostoma Pers.* (ANN. OF BOT., t. XXIV, 1910.)

- Brown (W.-H.)**, 1908. — *The nature of the embryo-sac of Peperomia*. (BOT. GAZ., t. XLVI, p. 445.)
- 1911. — *The development of the ascocarp of Lachnea scutellata*. (IBID., t. LII, p. 273.)
- Burlingame (L.-L.)**, 1907. — *The sporangium of the Ophioglossales*. (BOT. GAZ., t. XLIV, p. 34.)
- 1908. — *The staminate cone and male gametophyte of Podocarpus*. (IBID., t. XLVI, p. 161.)
- 1913. — *The Morphology of Araucaria brasiliensis*. (IBID., t. LV, p. 97.)
- Calkins (V.)**, 1897. — *Chromatin reduction and tetradformation in Pteridophytes*. (BULL. TORREY BOT. CLUB, t. XXIV.)
- Cannon (W.-A.)**, 1903. — *Studies in plant hybrids*. (BULL. OF THE TORREY BOT. CLUB, t. XXX, pp. 133 et 519.)
- Cardiff (J.-D.)**, 1906. — *A study of synapsis and reduction*. (BULL. OF THE TORREY BOT. CLUB, t. XXXIII, p. 271.)
- Carothers (L.-E.)**, 1907. — *Development of ovule and female gametophyte in Ginkgo biloba*. (BOT. GAZ., t. XLIII, p. 118.)
- Carruthers (D.)**, 1914. — *Contributions to the Cytology of Helvella crispa Fr.* (ANN. OF BOT., t. XXV, p. 243.)
- Chamberlain (C.-J.)**, 1898. — *Oogenesis in Pinus Laricio*. (BOT. GAZ., t. XXVII, p. 268.)
- 1903. — *Mitosis in Pellia*. (IBID., t. XXXVI, p. 28.)
- 1906. — *The ovule and female gametophyte of Dioon*. (IBID., t. XLII, p. 321.)
- 1909. — *Spermatogenesis in Dioon edule*. (IBID., t. XLVII, p. 215.)
- Claussen (P.)**, 1908. — *Ueber Eientwicklung und Befruchtung von Saprolegnia monoica*. (FESTCHR. D. D. BOT. GES., t. XXVI, p. 144.)
- 1912. — *Zur Entwicklungsgeschichte des Ascomyzeen Pyronema confluens*. (ZEITSCHR. F. BOTAN., 1912.)
- Coker (W.-C.)**, 1903. — *On the gametophytes and embryo of Taxodium*. (BOT. GAZ., t. XXXVI, p. 1.)
- Conklin (E.)**, 1912. — *Cell size and nuclear size*. (JOURN. OF EXPERIM. ZOOL., t. XII, p. 1.)
- Coulter (J.-M.) and Chamberlain (C.-J.)**, 1903. — *Morphology of the Angiosperms*. New-York.
- Coulter (J.-M.)**, 1908. — *The embryo-sac and embryo of Gnetum Gnemon*. (BOT. GAZ., t. XLVI, p. 48.)
- Dangeard (P.)**, 1903. — *Nouvelles considérations sur la reproduction sexuelle des champignons supérieurs*. (LE BOTANISTE, 1903, p. 35.)
- 1903b. — *Sur le genre Ascodesmis*. (IBID., p. 33.)
- Darling (Ch.-A.)**, 1909. — *Sex in the dioecious plants*. (BULL. OF THE TORREY BOTAN. CLUB, t. XXXVI, p. 177.)
- Davis (B.-M.)**, 1899. — *The spore mother-cell of Anthoceros*. (BOT. GAZ., t. XXVIII, p. 97.)

- Davis (B.-M.),** 1901. — *Nuclear studies on Pellia.* (ANN. OF BOT., t. XV, p. 147.)
- 1903. — *Oogenesis in Saprolegnia.* (BOT. GAZ., t. XXXV, p. 233.)
- 1908. — *Spore formation in Derbesia.* (ANN. OF BOT., t. XXII, p. 1.)
- 1909. — *Cytological studies on Oenothera. I. Pollen development of Oenothera grandiflora.* (IBID., t. XXIII, p. 531.)
- 1910. — *Cytological studies on Oenothera. II. The reduction divisions of Oenothera biennis.* (IBID., t. XXIV, p. 631.)
- 1911. — *Cytological studies on Oenothera. III. A comparison of the reduction divisions in Oenothera Lamarckiana and O. gigas.* (IBID., t. XXV, p. 941.)
- Debski (Br.),** 1897. — *Beobachtungen über Kernteilung bei Chara fragilis.* (JAHRB. F. WISS. BOT., t. XXX, p. 227.)
- Denke (P.),** 1902. — *Sporenentwicklung bei Selaginella.* (BEIH. Z. BOT. CENTRALB., t. XII, p. 182.)
- Digby (L.),** 1910. — *The somatic, premeiotic and meiotic nuclear divisions of Galtonia candicans.* (ANN. OF BOT., t. XXIV, p. 727.)
- 1912. — *The Cytology of Primula Kewensis and of other related Primula hybrids.* (IBID., t. XXVI.)
- 1914. — *A critical study of the cytology of Crepis virens.* (ARCH. F. ZELLFORSCH., t. XII, p. 96.)
- Dixon (H.-H.),** 1894. — *Fertilization in Pinus sylvestris.* (ANN. OF BOT., t. VII, p. 21.)
- 1895. — *On the chromosomes of Lilium longiflorum.* (PROCEED. OF THE ROY. IRISH ACAD., sér. III, n° 4, p. 710.)
- Duggar (B.-M.),** 1899. — *On the development of the pollen grain and embryo-sac in Bignonia venusta.* (BULL. TORREY BOT. CLUB, t. XXVI, p. 96.)
- 1900. — *Studies in the development of the pollen grain in Symplocarpus foetidus and Peltandra undulata.* (BOT. GAZ., t. XXIX, p. 82.)
- Elkins (M.-G.),** 1914. — *The maturation phases in Smilax herbacea.* (BOT. GAZ., t. LVII, p. 32.)
- Ernst (A.),** 1901. — *Beiträge zur Kenntniss der Entwicklung des Embryosackes und des Embryos (Polyembrionie) von Tulipa Gesneriana.* (FLORA, t. LXXXVIII, p. 37.)
- 1902. — *Chromosomenreduction, Entwicklung des Embryosackes und Befruchtung bei Paris quadrifolia und Trillium grandiflorum.* (FLORA, Bd XCI, p. 24.)
- 1909. — *Apogamie bei Burmannia coelestis Don.* (BER. D. D. BOT. GES., t. XXVII, p. 157.)
- Ernst (A.) et Schmid (E.),** 1909. — *Embryosackentwicklung, Befruchtung bei Rafflesia Patma Bl.* (BER. D. D. BOT. GES., t. XXVII, p. 176.)
- Fairchild (D.-G.),** 1897. — *Ueber Kerntheilung und Befruchtung bei Basidiobolus ranarum Eidam.* (JAHR. WISS. BOT., t. XXX, p. 283.)
- Farmer (J.-B.),** 1895. — *On spore formation and nuclear division in the Hepaticae.* (ANN. OF BOT., t. IX, p. 469.)

- Farmer (J.-B.) et Digby (L.), 1907. — *Studies in Apospory and Apogamy in Ferns.* (ANN. OF BOT., t. XXI, p. 161.)
- 1910. — *On the cytological features of varietal and hybrid Ferns.* (IBID., t. XXIV, p. 191.)
- 1914. — *On dimensions of chromosomes considered in relation to phylogeny* (PHIL. TRANS. OF THE ROY. SOC. OF LONDON, Sér. B, t. CCV, p. 1.)
- Farmer (J.-B.) et Reeves (J.), 1904. — *On the occurrence of centrospheres in Pellia epiphylla Nees.* (ANN. OF BOT., t. IX, p. 469.)
- Farmer (J.-B.) et Shore (D.), 1905. — *On the structure and development of the somatic and heterotype chromosomes in Tradescantia virginica.* (QUART. JOURN. OF MICROSC. SC., t. XLVIII, p. 557.)
- Farmer (J.-B.) et Williams (J.-L.), 1896. — *On fertilization and the segmentation of the spore in Fucus.* (PROC. ROYAL SOC. BOT., t. LX, p. 188.)
- Faull (J.-H.), 1905. — *Développement de l'asque et formation des spores chez les Ascomycètes.* (PROC. BOSTON SOC. OF NATUR. HIST., 1905.)
- 1912. — *The cytology of Laboulbeniä chaetophora and L. Gyrinidarum.* (ANN. OF BOT., t. XXVI, p. 325.)
- Ferguson (M.-C.), 1901. — *The development of the egg and fertilization in Pinus Strobilus.* (ANN. OF BOT., t. XV, p. 425.)
- Franck (W.-V.), 1911. — *Somatische kern- en celdeeling en microsporogenese by het Suikkerriet.* Amsterdam.
- Fraser (H.-C.), 1908. — *Contributions to the cytology of Humaria rutilans Fr.* (ANN. OF BOT., t. XXII, p. 35.)
- 1913. — *The development of the ascocarp in Lachnea cretea.* (IBID., t. XXVII, p. 553.)
- Fraser (H.-C.) et Brooks, 1909. — *Further studies on the cytology of the ascus.* (ANN. OF BOT., t. XXIII.)
- Fraser (H.-C.) et Snell (J.), 1911. — *The vegetative divisions in Vicia Faba.* (ANN. OF BOT., t. XXV, p. 845.)
- Fraser (H.-C.) et Welsford (E.-J.), 1908. — *Further contributions to the cytology of the Ascomycetes.* (ANN. OF BOT., t. XXII, p. 465.)
- Frieman (W.), 1910. — *Ueber die Entwicklung der generativen Zelle im Pollenkorn der monokotylen Pflanzen.* (Dissert. Bonn, 1910.)
- Fries (R.-E.), 1911. — *Zur Kenntniss der Cytologie von Hygrophorus conicus.* (SV. BOT. TIDSKR., t. V, p. 241.)
- 1911b. — *Ueber die Cytologischen Verhältnisse bei der Sporenbildung von Nidularia.* (ZEITSCHR. BOT., t. III, p. 145.)
- Frisendahl (A.), 1910. — *Cytologische und Entwicklungsgeschichtliche Studien an Myricaria germanica Desv.* (KUNGL. SV. VETENSK. AKAD. HANDL., t. XLVIII, n° 7.)
- Frye (T.-C.), 1901. — *Development of the pollen in some Asclepiadaceae.* (BOT. GAZ., t. XXXII, p. 325.)

- Fullner (Edward-L.)**, 1898. — *Cell division in pine seedlings*. (BOT. GAZ., t. XXVI, p. 239.)
- Gallacher (W.-J.)**, 1908. — *The cytology of Rheo discolor*. ANN. OF BOT., t. XXII, p. 117.)
- Gager (C.-S.)**, 1902. — *The development of the pollinium and sperm cells in Asclepias Cornuti*. (ANN. BOT., t. XVI, p. 123.)
- Garber (J.-F.)**, 1904. — *The life history of Ricciocarpus natans*. (BOT. GAZ., t. XXXVII, p. 161.)
- Gates (R.-R.)**, 1907. — *Pollen development in hybrids of O. lata × O. Lamarckiana*. (BOT. GAZ., t. XLIII, p. 81.)
- 1908. — *A study of reduction in Oenothera rubrinervis*. (IBID., t. XLVI, p. 1.)
- 1908b. — *The chromosomes of Oenothera*. (SCIENCE, N. S., t. XXVII, p. 193.)
- 1909. — *The stature and chromosomes of Oenothera gigas De Vries*. (ARCH. F. ZELLFORSCH., t. III, p. 525.)
- 1909b. — *Further studies of Oenotheran cytology*. (SCIENCE, N. S., t. XXIX, p. 269.)
- 1910. — *Chromosome reduction in Oenothera*. (BOT. GAZ., t. XLIV, p. 64.)
- 1911. — *Pollen formation in Oenothera gigas*. (ANN. OF BOT., t. XXV, p. 909.)
- 1912. — *Somatic mitoses in Oenothera*. (IBID., t. XXVI, p. 993.)
- 1913. — *Tetraploid mutants and chromosome mechanisms*. (BIOL. CENTR., t. XXXIII, p. 92.)
- Gates (R.-R.) et Thomas (N.)**, 1914. — *A Cytological study of Oenothera mut. lata and Oe. mut. semilata in Relation to Mutation*. (THE QUART. JOURN. OF MICROSCOPICAL SCIENCE, t. LIX, p. 522.)
- Geerts (J.-M.)**, 1907. — *Ueber die Zahl der chromosomen von Oenothera Lamarckiana*. (BER. D. D. BOT. GES., t. XXV, p. 191.)
- 1909. — *Beiträge zur Kenntniss der Cytologie und der partiellen Sterilität von Oenothera Lamarckiana*. (REV. TRAV. BOT. NÉERLANDAIS, t. V, p. 93.)
- 1911. — *Cytologische Untersuchungen einiger Bastarde von Oenothera gigas*. (BER. D. D. BOT. GES., t. XXIX, p. 160.)
- Georgevitch (P.)**, 1910. — *Preliminary note on apospory and apogamy in Trichomanes Kaulfussii*. (ANN. BOT., t. XXIV, p. 233.)
- Gow (J.-E.)**, 1907. — *Morphology of Spathyema foëtida*. (BOT. GAZ., t. XLIII, p. 131.)
- 1913. — *Observations on the morphology of the Aroids*. (IBID., t. XLI, p. 127.)
- Graham (M.)**, 1913. — *Studies in nuclear division of Preissia commutata*. (ANN. OF BOT., t. XXVII, p. 661.)
- Granier (J.) et Boule (L.)**, 1911. — *Sur le caractère hétérogamique des gemini chez Impatiens glanduligera Royle*. (C. R. ACAD. SC. PARIS, t. CLII, p. 1020.)
- Graves (A.-H.)**, 1908. — *The Morphology of Ruppia maritima*. (TRANS. CON. ACAD. SC., t. XIV, p. 59.)

- Gregory (R.-P.), 1904.** — *Spore-formation in Leptosporangiate Ferns.* (ANN. OF BOT., t. XVIII, p. 445.)
- 1909. — *Note on the histology of the giant and ordinary forms of Primula sinensis.* (PROC. CAM. PHIL. SOC., t. XV, p. 239.)
- 1912. — *The chromosomes of a giant Form of Primula sinensis.* (PROC. CAMBRIDGE PHIL. SOC., t. XVI, p. 560.)
- 1914. — *On the genetics of tetraploid plants in Primula sinensis.* (PROC. R. SOC. LONDON B, t. XXXVII, p. 484.)
- Griggs (R.), 1909.** — *Mitosis in Synchytrium.* (BOT. GAZ., t. XLVIII, p. 339.)
- Grimm (J.), 1912.** — *Entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen an Rhus und Coriaria.* (FLORA, t. CIV, p. 309.)
- Guignard (L.), 1883.** — *Recherches sur le développement de l'anthère et du pollen chez les Orchidées.* (ANN. SC. NAT. BOT., sér., 6, t. XIV.)
- 1884. — *Recherches sur la structure et la division du noyau.* (IBID., sér. 6, t. XVII.)
- 1885. — *Nouvelles recherches sur le noyau cellulaire.* (IBID., sér. 6, t. XX, p. 310.)
- 1889. — *Observations sur le pollen des Cycadées.* (JOURN. DE BOT., 1889, p. 222.)
- 1889b. — *Étude sur les phénomènes morphologiques de la fécondation.* (ACTES DU CONGRÈS DE BOTANIQUE, 1889.)
- 1891. — *Nouvelles études sur la fécondation.* (ANN. SC. NAT. BOT., sér. 7, t. XIV, p. 163.)
- 1898. — *Les centres cinétiques chez les végétaux.* (IBID., sér. 8, t. V.)
- 1899. — *Le développement du pollen et la réduction chromatique dans le Najas major.* (ARCH. D'ANAT. MICROSCOPIQUE, t. II, fasc. IV.)
- 1900. — *L'appareil sexuel et la double fécondation dans les Tulipes.* (IBID., sér. 8, t. II, p. 365.)
- Guilliermond (M.-A.), 1903.** — *Contributions à l'étude cytologique des Ascomycètes.* (C. R. ACAD. SC. PARIS, t. CXXXVI, pp. 938 et 1088.)
- 1904. — *Sur la Karyokinèse de Peziza rutilans.* (COMPTE RENDU SOC. BIOL., t. LVI, p. 412.)
- 1904b. — *Recherches sur la Karyokinèse chez les Ascomycètes.* (REV. GÉN. BOT., t. XVI, p. 129.)
- 1905. — *Sur le nombre des chromosomes chez les Ascomycètes.* (COMPTE RENDU SOC. BIOL., t. LVIII.)
- 1905b. — *Remarques sur la Karyokinèse des Ascomycètes.* (ANN. MYCOLOG., t. III, p. 344.)
- 1909. — *Remarques sur l'évolution nucléaire et les mitoses de l'asque chez les Ascomycètes.* (C. R. ACAD. SC. PARIS, t. CXXXIX, p. 350.)
- 1911. — *Aperçu sur l'évolution nucléaire des Ascomycètes et nouvelles recherches sur les mitoses des asques.* (REV. GÉNÉR. DE BOT., 1911.)

- Guilliermond (M.-A.)**, 1913. — *Les progrès de la cytologie des Champignons.* (PROGR. REI BOTANICAE, t. IV, p. 389.)
- Hague (S.)**, 1911. — *A morphological study of Diospyros virginiana.* (BOT. GAZ., t. LII, p. 34.)
- Harper (R.-A.)**, 1895. — *Beiträge zur Kenntniss der Kernteilung und Sporenbildung im Ascus.* (BER. D. D. BOT. GES., t. XIII.)
- 1900. — *Sexual reproduction in Pyronema confluens and the morphology of the ascocarp.* (ANN. OF BOT., t. XIV, p. 321.)
- 1900b. — *Cell- and nuclear division in Fuligo varians.* (BOT. GAZ., t. XXX, p. 217.)
- 1905. — *Sexual Reproduction and the organisation of the nucleus in certain mildews.* (PUBLIC. CARNEGIE INSTITUTION, WASHINGTON, n° 37, p. 1.)
- Hartog (M.-M.)**, 1899. — *On the cytology of the vegetation and reproduction organs of the Saprolegnia.* (ANN. OF BOT., t. XIII.)
- Hertwig (R.)**, 1908. — *Ueber neue Probleme der Zellenlehre.* (ARCH. F. ZELLF., t. I, p. 1.)
- Holden (R.-J.) et Harper (R.-A.)**, 1903. — *Nuclear division and nuclear fusion in Coleosporium Sonchi-arvensis.* (TRANS. WISC. ACAD. SC., t. XIV, p. 63.)
- Holmgren (A.-H.)**, 1913. — *Zur Entwicklungsgeschichte von Butomus umbellatus L.* (SVENSK. BOT. TIDSKR., t. VII, p. 58.)
- Humphrey (H.-B.)**, 1906. — *The development of Fossombronina longiseta, Aust.* (ANN. BOT., t. XX, p. 33.)
- Hus (H.-T.-A.)**, 1904. — *Spindle formation in the pollen mother-cells of Cassia tomentosa L.* (PROC. CAL. ACAD. SC. II, t. I, p. 329, 1904.)
- Huss (H.-A.)**, 1906. — *Beiträge zur Morphologie und Anatomie der Antipoden.* Zürich, Inaug. Diss.
- Hyde (E.)**, 1909. — *The reduction divisions in the anthers of Hyacinthus orientalis L.* (THE OHIO NATURALIST, t. IX, n° 8.)
- Ikeda (T.)**, 1902. — *Studies in the physiological functions of antipodals and related phenomena in Liliaceae.* (BULL. COLL. OF AGR. TOKYO, t. V, p. 41.)
- Ikeno (S.)**, 1901 et 1903. — *Die Sporenbildung der Taphrina Arten.* (FLORA, 1901 et 1903.)
- 1903. — *Beiträge zur Kenntniss der pflanzlichen Spermatogenese : Die spermatogenen von Marchantia polymorpha.* (BEIH. Z. BOT. CENTRALBL., t. XV, p. 65.)
- 1904. — *Blepharoplasten in Pflanzenreich.* (BIOL. CENTRALBL., t. XXIV, p. 211.)
- Ishikawa (M.)**, 1897. — *Die Entwicklung der Pollenkörner von Allium fistulosum.* (JOURN. OF T. COLL. OF SCIENCE IMP. UNIV. TOKYO, t. X, pars. II, p. 219.)
- 1901. — *Ueber die Chromosomenreduktion bei Larix leptolepis.* (BEIH. Z. BOT. CENTRALBL., t. II, p. 6.)
- 1910. — *Ueber die Zahl der Chromosomen von Ginkgo biloba L.* (BOT. MAGAZ. TOKYO, t. XXIV, p. 225.)
- 1911. — *Cytologische Studien von Dahlien.* (IBID., t. XXV.)

- Jahn (E.), 1911. — *Myxomycetenstudien*. (BER. D. D. BOT. GES., t. XXIX, p. 231.)
- Juel (H.-O.), 1898. — *Die Kernteilung in den Basidiomyceten und die Phylogenie der Basidiomyceten*. (JAHR. F. WISS. BOT., t. XXXII.)
- 1900. — *Beiträge zur Kenntniss der Tetradentheilung*. (IBID., t. XXXV, 1900.)
- 1900b. — *Vergleichende Untersuchungen über typische und parthenogenetische Fortpflanzung bei der Gattung Antennaria*. (KGL. SVENSKA VETENSK. AKAD. HANDL., t. XXXIII, p. 22.)
- 1903. — *Ein Beitrag zur Entwicklungsgeschichte der Samenanlage von Casuarina*. (FLORA ERGÄNZ., t. XLII, p. 288.)
- 1905. — *Die Tetradenteilungen bei Taraxacum und anderen Cichorieen*. (KGL. SVENSKA VETENSK. AKAD. HANDL., t. XXXIX, n° 4, p. 21.)
- 1907. — *Studien über die Entwicklungsgeschichte von Saxifraga granulata*. (NOVA ACTA REG. SOC. SC. UPSALA, t. IX, pp. 1 à 47.)
- 1911. — *Studien über die Entwicklungsgeschichte von Hippuris vulgaris*. (NOVA ACTA REG. SOC. SC. UPSALIENSIS, IV, t. II, p. 11.)
- Karsten (G.), 1908. — *Die Entwicklung der Zygoten von Spirogyra jugalis*. (FLORA, t. XCIX, p. 1.)
- 1912. — *Ueber die Reduktionsteilung bei der Auxosporenbildung von Surirella saxonica*. (Z. F. BOT., t. IV, p. 417.)
- Kirkwood (J.-E.), 1907. — *Some features of pollen formation in the Cucurbitaceae*. (BULL. OF TORREY BOT. CLUB, t. XXXIV, p. 221.)
- Kniep (H.), 1913. — *Beiträge zur Kenntniss der Hymenomyceten I, II* (Z. F. BOT., t. V, p. 593.)
- Körnicker (M.), 1897. — *Untersuchungen über die Entstehung und Entwicklung der Sexualorgane von Triticum, mit besonderer Berücksichtigung der Kernteilungen*. (IN. DISSERT. BONN.)
- 1901. — *Studien an Embryosackmutterzellen*. (SITZ. BER. NIEDERRHEIN. GES. NAT. HEILK., 1901, t. I, p. 25.)
- 1904. — *Die heutige Stand der pflanzlichen Zellforschung*. (BER. D. D. BOT. GES., t. XXII.)
- Kohl (F.-G.), 1904. — *Zur Frage nach der Organisation der Cyanophyceenzelle und nach der mitotischen Teilung ihres Kernes*. (BEIH. Z. BOT. CENTRALBL., t. XVIII, abt. I, p. 1.)
- Kruch (O.), 1890. — *Appunti sullo sviluppo degli organi sessuali e sulla fecondazione della Riella Clausonis Let.* MALPIGHIA, t. IV, p. 403.)
- Krüger (F.), 1910. — *Beiträge zur Kenntniss der Kernverhältnisse von Albugo candida und Peronospora Ficariae*. (C. F. BAKTER., Abt. II, t. XXVII.)
- Kundf (A.), 1911. — *Die Entwicklung der Micro- und Macrosporangium von Salvinia natans*. (BEIH. Z. BOT. CENTRALBL., t. XXVII, I, p. 26.)
- Kurssanow (L.), 1912. — *Ueber Befruchtung, Reifung und Keimung bei Zygnema*. (FLORA, t. CIV, p. 65.)

- Kusano (S.)**, 1907. — *On the nucleus of Synchytrium Puerariae Myabe.* (THE BOT. MAG. TOKYO, t. XXI, p. 243.)
- Kuwada (Y.)**, 1910. — *A Cytological Study of Oryza sativa L.* (THE BOT. MAG. TOKYO, t. XXIV, p. 269.)
- 1911. — *Meiosis in the pollen mother-cells of Zea Mays L.* (IBID., t. XXV, p. 294.)
- Lagerberg (T.)**, 1906. — *Ueber die praesynaptische und synaptische Entwicklung der Kerne in den Embryosackmutterzellen von Adoxa Moschatellina.* (BOT. STUD. TILLÄGER. F.-R. KJELLMANN'. Upsala
- 1909. — *Studien über die Entwicklungsgeschichte und systematische Stellung von Adoxa Moschatellina.* (KUNGL. SV. VET. AKAD. HANDL., t. XLIV, p. 1.)
- Laibach (F.)**, 1907. — *Zur Frage nach der Individualität der Chromosomen im Pflanzenreich.* (BEIH. Z. BOT. CENTRALBL., t. XXII, p. 191.)
- Land (W.-J.-G.)**, 1900. — *Double fertilization in the Compositae.* (BOT. GAZ., t. XXX, p. 252.)
- 1907. — *Fertilization and Embryogeny in Ephedra trifurca.* (IBID., t. XLIV.)
- Lauterborn (R.)**, 1896. — *Untersuchungen über Bau, Kernteilung und Bewegung der Diatomeen*, 1896.
- Lawson (A.)**, 1903. — *Studies in spindle formation.* (BOT. GAZ., t. XXXVI, p. 81.)
- 1904. — *The gametophytes, fertilization and embryo of Cryptomeria japonica.* (ANN. OF BOT., t. XVIII, p. 417.)
- 1904b. — *The gametophytes, archegonia, fertilization and embryo of Sequoia sempervirens.* (IBID., t. XVIII, p. 1.)
- 1907. — *The gametophytes, fertilization and embryo of Cephalotaxus drupacea.* (IBID., t. XXI, p. 1.)
- 1909. — *The gamophytes and embryo of Sciadopitys verticillata.* (IBID., t. XXIV, p. 403.)
- Lendner (A.)**, 1908. — *Les Mucorinées de la Suisse.* Berne, 1908.
- Levine (M.)**, 1913. — *Studies in the Cytology of the Hymenomycetes especially Boleti.* (BULL. TORREY BOT. CLUB, t. XL, p. 137.)
- Lewis (Ch.-E.)**, 1906. — *The embryology and development of Riccia lutescens and Riccia crystallina.* (BOT. GAZ., t. XLI, p. 109.)
- 1909. — *The life history of Griffithsia Bornetiana.* (ANN. OF BOT., t. XXIII, p. 639.)
- Lloyd (F.-H.)**, 1902. — *The comparative embryology of the Rubiaceae.* (MEM. TORREY BOT. CLUB, t. VIII, p. 27.)
- Lopriore (G.)**, 1905. — *Ueber die Vielkernigkeit der Pollenkörner und Pollenschläuche von Araucaria Bidwillii Hook.* (BER. D. D. BOT. GES., t. XXIII, p. 335.)
- Lubimenko (W.) et Maige (A.)**, 1907. — *Recherches cytologiques sur le développement des cellules-mères du pollen chez les Nymphéacées.* (REV. GÉN. DE BOT., t. XIX, p. 474.)

- Lundegardh (H.)**, 1909. — *Ueber Reduktionsteilung in den Pollen mutterzellen einiger dicotylen Pflanzen.* (SV. BOT. TISD. STOCKHOLM, t. III, p. 78.)
- 1912. — *Chromosomen, Nukleolen und die Veränderungen im Protoplasma bei der Karyokinese.* (COHN'S BEIT. Z. BIOL. D. PFL., t. II, p. 373.)
- 1912b. — *Das Karyotin in Ruhekern und sein Verhalten bei der Bildung und Auslösung der Chromosomen.* (ARCH. F. ZELLFORSCH., t. IX, p. 205.)
- 1914. — *Zur Kenntniss der heterotypischen Kernteilung.* (IBID., t. XIII, p. 145.)
- Lutz (A.-M.)**, 1907. — *A preliminary note on the chromosomes of Oenothera Lamareckiana and one of its mutants O. gigas.* (SCIENCE, t. XXVI, p. 151.)
- 1908. — *Chromosomes of the somatic cells of the Oenotheras.* (IBID., N. S., t. XXVII, p. 325.)
- 1910. — *A study of the chromosomes of Oenothera Lamareckiana, its mutants and hybrids.* (PROC. INTERN. ZOOLOG. CONGRESS, 1907, p. 352.)
- 1912. — *Triploid mutants in Oenothera.* (BIOL. CENTRALBL., t. XXII, p. 385.)
- Magnus (W.)**, 1913. — *Die atypische Embryonalentwicklung der Podostemacéen.* (FLORA, t. CV, p. 275.)
- Maire (R.)**, 1902. — *Recherches cytologiques sur les Basidiomycètes.* (BULL. SOC. MYC. DE FRANCE, 1902.)
- 1903. — *Recherches cytologiques sur le Galactinia succosa.* (COMPT. REND. ACAD. SC. PARIS, t. LV, p. 1401.)
- 1904. — *Remarques sur la cytologie de quelques Ascomycètes.* (COMPT. REND. SOC. BIOL., LVI, p. 86.)
- 1905. — *Recherches cytologiques sur quelques Ascomycètes.* (ANN. MYCOLOG., t. III, p. 123.)
- 1905b. — *Sur la signification des protochromosomes dans les Basidiomycètes.* (COMPT. REND. SOC. BIOL., 1905.)
- Malte (M.-O.)**, 1908. — *Om Cellkärnans byggnad hos Euphorbiaceerna.* (BOT. NOT. LUND, 1908.)
- 1910. — *Embryologische und cytologische Untersuchungen über Mercurialis annua.* DISSERT. LUND., 1910.)
- Mano (M.)**, 1904. — *Nucléole et chromosomes.* (LA CELLULE, t. XXII.)
- Marchal (El.) et (Ém.)**, 1907, 1909, 1911. — *Aposporie et sexualité chez les Mousses*, I, II, III. (BULL. ACAD. ROY. DE BELG. (Cl. des sc.), 1907, p. 765; 1909, p. 1249; 1911, p. 750.)
- Marchal (Ém.)**, 1912. — *Recherches cytologiques sur le genre Amblystegium.* (BULL. SOC. ROY. BOT. DE BELG. (2^e série), t. I, p. 189.)
- Meek (C.-F.-U.)**, 1912. — *A metrical analysis of chromosome complexes, showing correlation of evolutionary development and chromatin thread-width thorough the animal kingdom.* (PHIL. TRANS. OF THE R. SOC. OF LONDON. Sér. B, t. CCIII, p. 1.)
- Merrell (W.-D.)**, 1900. — *A contribution to the life history of Silphium.* (BOT. GAZ., t. XXIX, p. 125.)

- Merriman (M.-L.)**, 1906. — *Nuclear division in Zygnema*. (BOT. GAZ., t. XLI, p. 43.)
- 1913. — *Nuclear division in Spirogyra crassa*. (IBID., t. LVI, p. 319.)
- Meyer (K.)**, 1909. — *Untersuchungen über Thismia clandestina*. (BULL. DES NATURALISTES DE MOSCOU, N. sér., t. XXIII, p. 1.)
- Miyajii (Y.)**, 1913. — *Untersuchungen über die Chromosomen zahlen bei einigen Viola-Arten*. (BOT. MAG. TOKYO, t. XXVII, p. 443.)
- Miyake (K.)**, 1901. — *The fertilization of Pythium de Baryanum*. (ANN. OF BOT., t. XV.)
- 1903. — *On the development of the sexualorgans and fertilization in Picea excelsa*. (IBID., XVII, p. 351.)
- 1903b. — *Contributions to the fertilization and embryogeny of Abies balsamea*. (BEIH. Z. BOT. CENTRALBL., t. XIV, p. 134.)
- 1905. — *Ueber Reduktionsteilung in den Pollenmutterzellen einiger Monokotylen*. (JAHR. F. WISS. BOTAN., t. XLII.)
- 1910. — *The development of gametophytes and embryogeny of Cunninghamia sinensis*. (BEIH. Z. BOT. CENTRALBL., t. XXVII, p. 1.)
- Miyake (K.) et Yasui (K.)**, 1911. — *On the gametophytes and embryo of Pseudolarix*. (ANN. OF BOT., t. XXV, II, p. 639.)
- Moll (J.-W.)**, 1893. — *Observations on karyokinesis in Spirogyra*. (VERH. D. KONIK. AKAD. AMSTERDAM, Sect. 2, p. 1, n° 9.)
- Moore (A.-C.)**, 1903. — *The mitosis in the spore mother-cell of Pallavicinia*. (BOT. GAZ., t. XXXVI, p. 384.)
- 1905. — *Sporogenesis in Pallavicinia*. (IBID., t. XL, p. 81.)
- Moreau (F.)**, 1911. — *Première note sur les Mucorinées*. (BULL. SOC. MYCOLOG. DE FRANCE, 1911.)
- Moreau (M^{me} F.)**, 1913. — *Les phénomènes de la Caryocinèse chez les Urédinées*. (BULL. SOC. BOT. DE FRANCE, t. LX, p. 138.)
- Mottier (D.)**, 1897. — *Beiträge zur Kenntniss der Kerntheilung in den Pollenmutterzellen einiger Dikotylen und Monokotylen*. (JAHR. F. WISS. BOT., t. XXX, p. 169.)
- 1900. — *Nuclear and cell division in Dictyota dichotoma*. (ANN. OF BOT., t. XIV, p. 163.)
- 1907. — *The development of the heterotypic chromosomes in pollen mother-cells*. (IBID., t. XXI, p. 309.)
- 1914. — *Mitosis in the pollen mother-cells of Acer Negundo and Staphylea trifolia*. (IBID., t. XXVIII, p. 115.)
- Mottier (D.-M.) et Nothnagel (M.)**, 1913. — *The development and behavior of the chromosomes in the first or heterotypic mitosis of the pollen mother-cells of Allium cernuum Roth*. (BULL. TORREY BOT. CLUB, t. XL, p. 555.)
- Müller (C.)**, 1909. — *Ueber Karyokinetische Bilder in den Wurselspitzen von Yucca*. (JAHR. F. WISS. BOT., t. XLVII, p. 99.)

- Müller (C.), 1912. — *Kernstudien an Pflanzen.* (ARCH. F. ZELLFÖRSCH., t. VIII, p. 1.)
- Murbeck (Sv.), 1901. — *Parthenogenetische Embryobildung in der Gattung Alchimilla.* (LUND'S UNIVERS. ARSKRIFT., t. XXXVI, n° 7, p. 46.)
- 1902. — *Ueber die Embryologie von Ruppia rostellata Koch.* (K. SVENSKA VETENSKAPS. AKAD. HANDL., t. XXXVI, n° 5.)
- Murriell (W.-A.), 1900. — *The development of the archegonium and fertilization in the Hemlock spruce (Tsuga canadensis).* (ANN. OF BOT., t. XIV, p. 583.)
- Nakao (M.), 1911. — *Cytological studies on the nuclear division of the pollen mother-cells of some cereals and their hybrids.* (JOURN. COLL. AGR. SAPPORO, t. IV, p. 173.)
- Nawaschin (S.), 1911. — *Ueber eine Art der Chromatindiminution bei Tradescantia virginica.* (BER. D. D. BOT. GES., t. XXIX, p. 437.)
- Nemec (B.), 1899. — *Ueber Kern und Zelltheilung bei Solanum tuberosum.* (FLORA, t. LXXXVI, p. 214.)
- 1900. — *Neue Cytologische Untersuchungen.* (BEITR. Z. WISS. BOT., t. IV, p. 37.)
- 1904. — *Über die Einwirkung des Chloralhydrats auf die Kern- und Zellteilung.* (JAHRB. F. WISS. BOT., t. XXXIX.)
- 1910b. — *Ueber die Kernteilung bei Cladophora.* (BULL. INTERNAT. ACAD. SC. DE BOHÊME, t. XV, p. 1.)
- 1910. — *Das Problem der Befruchtungslehre.* (Berlin, 1910.)
- 1912. — *Ueber die Befruchtung bei Gagea.* (BULL. INTERNAT. ACAD. SC. DE BOHÊME, t. XVII.)
- Nichols (M.), 1908. — *The development of the pollen of Sarracenia.* (BOT. GAZ., t. XLV, p. 31.)
- Nichols (G.-E.), 1910. — *A morphological study of Juniperus communis var. depressa.* (BEIH. Z. BOT. CENTRALBL., t. XXV, p. 201.)
- Nienburg (W.), 1910. — *Die Oogonentwicklung bei Cystoseira und Sargassum.* (FLORA, t. CI, p. 167.)
- Noren (C.-O.), 1907. — *Zur Entwicklungsgeschichte der Juniperus communis.* (UPS. UNIV. ARSSKR., 1907, p. 64.)
- Olive (Ed.-W.), 1905. — *Mitotic division of the Cyanophyceae.* (BEIH. Z. BOT. CENTRALBL., t. XVIII, p. 9.)
- 1908. — *Sexual cell fusions and vegetative nuclear divisions in the Rusts.* (ANN. OF BOT., t. XX, p. 331.)
- 1907. — *Cell and nuclear division in Basidiobolus.* (ANN. MYCOL., t. V, p. 404.)
- Osawa (I.), 1912. — *Cytological and experimental studies in Citrus.* (JOURN. COLL. AGRIC. IMP. TOKYO, t. IV, p. 83.)
- 1913. — *On the development of the pollen grain and embryo-sac of Daphne, with special reference to the sterility of Daphne odora.* (JOURN. COLL. AGR. TOKYO, t. IV, p. 237.)
- Osborn (T.-G.-B.), 1911. — *Spongospora subterranea (Wallroth).* Johnson ANN. OF BOT., t. XXV, p. 327.)

- Overton (E.)**, 1893. — *On the reduction of the chromosomes in the nuclei of plants.* (ANN. OF BOT., t. VII, n° 25.)
- 1894. — *Die Reduktion der Chromosomen in den Kernen der Pflanzen.* (BER. D. SCHWEIZ. BOT. GES., t. IV.)
- Overton (J.-B.)**, 1904. — *Ueber Parthenogenesis in Thalictrum purpurascens.* (BER. D. D. BOT. GES., t. XXII, p. 279.)
- 1905. — *Ueber Reduktionsteilung in den Pollenmutterzellen einiger Dikotylen.* (JAHR. F. WISS. BOT., t. XLII, p. 121.)
- 1909. — *On the organization of the nuclei in the pollen mother-cells of certain plants, with special reference to the permanence of the chromosomes.* (ANN. OF BOT., t. XXIII, pp. 19-61.)
- Pace (L.)**, 1907. — *Fertilization in Cypripedium.* (BOT. GAZ., t. XLIV.)
- 1909. — *The gametophytes of Calopogon.* (IBID., t. XLVIII, p. 126.)
- 1912. — *Parnassia and some allied genera.* (IBID., t. LIV, pp. 306-339.)
- 1913. — *Apogamy in Atamasco.* (IBID., t. LVI, p. 376.)
- 1914. — *Two species of Gyrostachys (Spiranthes).* (BAYLOR UNIV. BULL. t. XVII, p. 1.)
- Pearson (H.-H.-W.)**, 1919. — *On the microsporangium and microspore of Gnetum with some Notes on the structure of the Inflorescence.* (ANN. OF BOT., t. XXVI, p. 503.)
- Petri (L.)**, 1912. — *La formazione della spore nell' Hydrangium carneum.* (NUOVO GIORN. BOTAN. ITALIANO, 1902.)
- Robertson (A.)**, 1904. — *Studies in the morphology of Torreya californica II. The sexual organs and fertilization.* (NEW PHYT., t. III, p. 203.)
- Rosen (F.)**, 1896. — *Kerne und Kernkörperchen.* (BEIT. Z. BIOL. D. PFL., t. VII.)
- Rosenberg (O.)**, 1901. — *Ueber die Pollenbildung von Zostera.* Meddel. fran Stockholms Högsk. (BOT. INST., t. IX.)
- 1903. — *Das Verhalten der Chromosomen in einer hybriden Pflanze.* (BER. D. D. BOT. GES., t. XXI, p. 110.)
- 1904. — *Ueber die Individualität der Chromosomen in Pflanzenreich.* (FLORA, t. XCIX, heft 3.)
- 1904b. — *Ueber die Tetrudenteilung eines Drosera-Bastardes.* (BER. D. D. BOT. GES., t. XXII, p. 47.)
- 1905. — *Zur Kenntniss der Reduktionsteilung in Pflanzen.* (BOT. NOT., 1905.)
- 1906. — *Ueber die Embryobildung in der Gattung Hieracium.* (BER. D. D. BOT. GES., t. XXIV, p. 157.)
- 1907. — *Zur Kenntniss der präsynaptischen Entwicklungsphasen der Reduktionsteilung.* (SV. BOT. TIDSKR., I.)
- 1907b. — *Cytological studies on the apogamy in Hieracium.* (BOT. TIDSKR., t. XXVIII.)
- 1909. — *Ueber die Chromosomenzahlen bei Taraxacum und Rosa.* (SV. BOT. TIDSKR., t. III, p. 150.)

- Rosenberg (O.)** 1909. — *Zur Kenntniss von den Tetradenteilungen der Compositen.* (IBID., t. III, p. 64.)
- 1909c. — *Ueber den Bau des Ruhekerns.* (IBID., t. III, p. 163.)
- 1909d. — *Cytologische und Morphologische Studien an Drosera longifolia* × *D. rotundifolia.* (KUNGL. SVENSKA. VETENSKAPS AKAD. HANDLINGAR, 1909, t. XLIII, p. 15.)
- 1912. — *Ueber die Apogamie bei Chondrilla juncea.* (SVENSK. BOT. TIDSKR., t. VI, p. 815.)
- Roth (Fr.)**, 1906. — *Die Fortpflanzungsverhältnisse bei der Gattung Rumex.* (VERHANDL. DES NATURHIST. VEREINS ZU BONN, t. LXIII, p. 327.)
- Samuels (J.-A.)**, 1912. — *Études sur le développement du sac embryonnaire et sur la fécondation du Gunnera macrophylla Bl.* (ARCH. F. ZELLF., t. VIII, p. 52.)
- Samuelsson (G.)**, 1913. — *Studien über die Entwicklungsgeschichte der Blüten einiger Bicornes-Typen.* (SVENSK. BOT. TIDSKR., t. VII, p. 97.)
- Sands (M.-C.)**, 1907. — *Nuclear structure and spore formation in Microsphaera Alni.* (TRANS. WISC. ACAD. SC., 1907, p. 733.)
- Saxton (W.-T.)**, 1910. — *Contributions to the life history of Widdringtonia cupressoides.* (BOT. GAZ., t. L, p. 31.)
- 1910b. — *Contributions to the life history of Callitris.* (ANN. OF BOT., t. XXIV, p. 557.)
- 1913. — *Contributions to the life history of Tetraclinis articulata Mast. with some notes on the phylogeny of the Cupressoideae and Callitroideae.* IBID., t. XXVII, p. 577.)
- Schaffner (J.-H.)**, 1897. — *Life history of Lilium Philadelphicum.* (BOT. GAZ., t. XXIII, p. 430.)
- 1901. — *A contribution to the life history and cytology of Erythronium.* (IBID., t. XXXI.)
- 1906. — *Chromosome reduction in the microsporocytes of Lilium tigrinum.* (IBID., t. XLI.)
- 1909. — *The reduction division in the microsporocytes of Agave virginica.* (IBID., t. XLVII, p. 198.)
- Schneider (H.)**, 1913. — *Morphologische und Entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen an Thelygonum Cynocrambe.* (L. FLORA, t. CVI, p. 1.)
- 1914. — *Ueber die Prophasen der ersten Reifeteilung in Pollenmutterzellen.* (ARCH. F. ZELLF., t. XII, p. 359.)
- Schottlander**, 1892. — *Beiträge zur Kenntniss des Zellkerns und der Sexualzellen bei Kryptogamen.* (COHNS. BEIT., Z. BIOL. D. PFL., t. VI, n° 2.)
- Shibata (K.)**, 1902. — *Cytologische Studien über die endotrophen mykorrhizen.* (JAHR. F. WISS. BOT., t. XXXVII, p. 646.)
- Shibata (K.) et Myake (K.)**, 1908. — *Ueber Parthenogenesis bei Houltuynia cordata.* (THE BOT. MAGAZ. TOKYO, t. XXII, p. 141.)
- Schniewind-Thies (J.)**, 1901. — *Die Reduktion der Chromosomenzahl und die ihr folgenden Kernteilungen in den Embryosackmutterzellen der Angiospermen.* Iena.

- Shreve (F.)**, 1906. — *The development and anatomy of Sarracenia purpurea*. (BOT. GAZ. t. XLII, p. 107.)
- Sinnott (Ed.)**, 1913. — *The morphology of the reproductive structures in the Podocarpaceae*. (ANN. BOT., t. XXVII, p. 39.)
- Smith (R.-W.)**, 1898. — *A contribution to the life history of the Pontederiaceae*. (BOT. GAZ., t. XXV, p. 331.)
- 1911. — *The tetranucleate embryo-sac of Clintonia*. (IBID., t. LII, p. 209.)
- Smith (F.-G.)**, 1907. — *Morphology of the trunk and development of the microsporangium of Cycads*. (BOT. GAZ., t. LXIII, p. 187.)
- Sprecher (A.)**, 1907. — *Le Ginkgo biloba*. (L., p. III.)
- Stephens (E.-L.)**, 1909. — *The embryo-sac and embryo of certain Penaeaceae*. (ANN. OF BOT., t. XXIII, p. 563.)
- Stevens (F.-L.)**, 1899. — *The compound oosphere of Albugo Bliti*. (BOT. GAZ., t. XXVIII, p. 225.)
- Stevens (N.-E.)**, 1912. — *Observations on heterostylous plants*. (BOT. GAZ., t. LIII, p. 277.)
- Stevens (W.-C.)**, 1898. — *Ueber Chromosomenteilung bei der Sporenbildung in Farne*. (BER. D. D. BOT. GES., t. XVI, p. 261.)
- 1898b. — *The behaviour of kinoplasm and nucleolus in the division of the mother-cell of Asclepias Cornuti*. (KANS. UNIV. QUAR., t. VII, p. 77.)
- Stomps (Th.-J.)**, 1910. — *Kerndeeling en synapsis by Spinacia oleracea*. (AKAD. PROEFSCHRIFT AMSTERDAM, 1910.)
- 1912. — *Die Entstehung von Oenothera gigas de Vries*. (BER. D. D. BOT. GES., t. XXX, p. 406.)
- Strasburger (Ed.)**, 1882. — *Ueber den Theilungsvorgang der Zellkerne und das Verhältniss der Kernteilung zur Zellteilung*. Bonn, 1882.
- 1884. — *Neue Untersuchungen über den Befruchtungsvorgang bei den Phanerogamen*. Iena.
- 1888. — *Sur la division des noyaux cellulaires, la division des cellules et la fécondation*. (JOURN. DU BOT., t. II, p. 81.)
- 1888b. — *Ueber Kern- und Zellteilung im Pflanzenreich*. (HIST. BEIT., t. I.)
- 1892. — *Ueber das Verhalten des Pollens und die Befruchtungsvorgänge bei den Gymnospermen*. (IBID., t. IV.)
- 1894. — *Ueber periodische Reduktion der Chromosomenzahl im Entwicklungsgang der Organismen*. (BIOL. CENTRALBL., t. XIV.)
- 1895. — *Karyokinetische Probleme*. (JAHR. F. WISS. BOT., t. XXVIII.)
- 1897. — *Kernteilung und Befruchtung bei Fucus*. (IBID., t. XXX, p. 197.)
- 1899. — *Ueber Reduktionsteilung, Spindelbildung, Centrosomen und Cilienbildung im Pflanzenreich*. (HIST. BEIT., t. VI.)
- 1901. — *Einige Bemerkungen zu der Pollenbildung bei Asclepias*. (BER. D. D. BOT. GES., t. XIX, p. 450.)

- Strasburger (Ed.)** 1902. — *Ein Beitrag zur Kenntniss von Ceratophyllum demersum.* (JAHR. F. WISS. BOT., t. XXXVII, p. 477.)
- 1904. — *Ueber Reduktionsteilung.* Sitzungsber. (KOENIGL. PREUSS. AKAD. WISS., t. XVIII.)
- 1904b. — *Die apogamen Eualchimillen.* (JAHR. F. WISS. BOT., t. XLI, p. 88.)
- 1904c. — *Anlage des Embryosackes und Prothalliumbildung bei der Eibe nebst ausschliessenden Erörterungen.* (FESTSCHR. Z. SIEBZ. GEBURTST. VON E. HAECKEL, 1904.)
- 1905b. — *Die Samenanlage von Drimys Winteri und die Endosperm Bildung bei Angiospermen.* (FLORA, t. XCV, p. 215.)
- 1905. — *Typische und allotypische Kernteilung.* (JAHRB. F. WISS. BOT., t. XLII, p. I.)
- 1907. — *Apogamie bei Marsilia.* (FLORA, t. XCVII, p. 123.)
- 1907b. — *Ueber die Individualität der Chromosomen und die Propfhybridenfrage.* (JAHR. F. WISS. BOT., t. XLIV.)
- 1908. — *Chromosomenzahlen, Plasmastrukturen, Vererbungsträger und Reduktionsteilung.* (IBID., t. XLV, p. 479.)
- 1909. — *Zeitpunkt der Bestimmung des Geschlechts.* (HIST. BEITR., t. VII, p. 20.)
- 1910c. — *Sexuelle und apogame Fortpflanzung bei Urticaceen.* (JAHR. F. WISS. BOTAN., t. XLVII, p. 267.)
- 1910b. — *Ueber Geschlechtsbestimmende Ursachen.* (IBID., t. XLVIII, p. 427.)
- 1910. — *Chromosomenzahl.* (FLORA, t. C, p. 398.)
- 1911. — *Kernteilungsbilder bei der Erbse.* (IBID., t. CII, fasc. I.)
- Svedellus (N.),** 1911. — *Ueber den Generationswechsel bei Delesseria sanguinea.* (SVENSK. BOT. TIDSKR., t. V, p. 260.)
- Swellengrebel (N.-H.),** 1905. — *Sur la division nucléaire de la levure pressée.* (ANN. INST. PAST., t. XIX, p. 503.)
- Swingle (W.-T.),** 1897. — *Zur Kenntniss der Kern- und Zellteilung bei den Sphacellariaceen.* (JAHR. WISS. BOT., t. XXX, p. 297.)
- Sykes (M.-G.),** 1908. — *Notes on the number of the somatic chromosomes in Funkia.* (ARCH. F. ZELLFORSCH., t. I, p. 526.)
- 1909. — *Note on the nuclei of some unisexual plants.* (ANN. OF BOT., t. XXIII, p. 341.)
- Tahara (M.),** 1910. — *Ueber die Zahl der Chromosomen von Crepis japonica Bent.* (BOTAN. MAGAZ. TOKYO, t. XXIV, p. 23.)
- 1910b. — *Ueber die Kernteilung bei Morus.* (IBID., t. XXIV, p. 281.)
- Tahara (M.) et Ishikawa (M.),** 1911. — *The number of chromosomes of Crepis lanceolata var. platyphyllum.* (BOT. MAG. TOKYO, t. XXV.)
- Tangl.,** 1882. — *Die Kern- und Zellteilung bei der Bildung des Pollens von Hemerocallis fulva L.* (DENKSCHR. D. MATH. NATURWISS. CL. D. K. AKAD. WISS. ZU WIEN, 1882, t. XLV, p. 65.)

- Tischler (G.)**, 1905. — *Ueber die Entwicklung des Pollens und der tapetenzellen bei Ribes Hybriden*. JAHR. F. WISS. BOT., t. XLII, p. 545.)
- 1906. — *Ueber die Entwicklung der Sexualorgane bei einem sterilen Bryonia-Bastard*. (BER. D. D. BOT. GES., t. XXIV, p. 83.)
- 1908. — *Zellstudien an sterilen Bastardpflanzen*. (ARCH. F. ZELLFORSCH., t. V, p. 33.)
- 1910. — *Untersuchungen über die Entwicklung des Bananen-Pollens*. (IBID., t. V, p. 622.)
- 1913. — *Handwörterbuch der Naturwissenschaften*. p. 187, Moose.
- Tröndle (A.)**, 1911. — *Ueber die Reduktionsteilung in den Zygoten von Spirogyra und über die Bedeutung der Synapsis*. (ZEITSCHR. F. BOT., t. III.)
- Trow (A.-H.)**, 1899. — *Observations on the biology and cytology of a new variety of Achlya americana*. (ANN. OF BOT., t. XIII, p. 131.)
- 1901. — *Observations on the biology and cytology of Pythium ultimum n. spec.* (IBID., t. XV, p. 269.)
- 1904. — *On the fertilization in the Saprolegnae*. (IBID., t. XVIII, p. 541.)
- Van Bambeke (Ch.)**, 1903. — *L'évolution nucléaire et la sporulation chez Hydnangium carneum*. (BULL. ACAD. ROY. DE BELG., Cl. des sc., 1903, p. 515.)
- Vandendries (R.)**, 1912. — *Le nombre des chromosomes dans la spermatogenèse des Polytrichum*. (LA CELLULE, t. XXVIII, p. 257.)
- Van Leeuwen-Reynvaan (W.) et (J.)**, 1907. — *Ueber eine zweifache Reduktion, etc.* (REC. TRAV. BOT. NÉERLANDAIS, t. IV, 1907.)
- Van Wisselingh (C.)**, 1908. — *Ueber die Karyokinese bei Oedogonium*. (BEIH. Z. BOT. CENTRALBL., t. XXIII, 1^{re} partie, p. 133.)
- Von Boenicke (L.)**, 1911. — *Zur Kenntniss der Prophasen der heterotypischen Teilung einiger Pollenmutterzellen*. (BER. D. D. BOT. GES., t. XXIX, p. 59.)
- Wager (H.)**, 1896. — *On the structure and development of Cystopus candidus*. (LEV. (ANN. OF BOT., t. X, p. 293.)
- 1911. — *Chromosome reduction in the Hymenomycetes*. (REP. BRIT. ASS. ADV. OF SC. SHEFFIELD, 1911.)
- 1913. — *The life history and cytology of Polyphagus Euglenae*. (ANN. OF BOT., t. XXVII, p. 173.)
- Walker (N.)**, 1913. — *An abnormal cell-fusion in the archegonium and on spermatogenesis in Polytrichum*. (ANN. OF BOT., t. XXVII, p. 115.)
- Webber (H.-J.)**, 1901. — *Spermatogenesis and fecundation of Zamia*. (U. S. DEPARTM. OF AGRIC. BUR. OF PL. IND. BULL., II.)
- Weinzieher (S.)**, 1914. — *Beiträge zur Entwicklungsgeschichte von Xyris indica*. (FLORA, t. 106, p. 393.)
- Wiegand (K.-M.)**, 1899. — *The development of the microsporangium and the microspores in Convallaria and Potamogeton*. (BOT. GAZ., t. XXVIII, p. 336.)
- 1900. — *The development of the embryo-sac in some monocotyledonous plants* (IBID., t. XXXIX (2^e partie), p. 25.)

- Williams (J.-L.)**, 1904. — *Studies in the Dictyotaceae*. (ANN. OF BOT., t. XVIII, p. 14.)
- Wilson (M.)**, 1909. *Spore formation and nuclear division in Mnium hornum*. (ANN. OF BOT., t. XXIII, p. 141.)
- 1911. — *Spermatogenesis in the Bryophyta*. (IBID., t. XXV, p. 415.)
- Winkler (H.)**, 1906. — *Ueber parthenogenesis bei Wikstroemia indica*. (ANN. DU JARD. BOT. DE BUITENZORG, t. V, p. 225.)
- 1910. — *Ueber die Nachkommenschaft der Solanum-Pfropfbastarde und die Chromosomenzahlen ihrer Keimzellen*. (ZEITSCHR. F. BOT., t. II, p. 1.)
- 1910b. — *Ueber das Wesen der Pfropfbastarde*. (BER. D. D. BOT. GES., t. XXVIII, p. 116.)
- Wirz (H.)**, 1910. — *Beiträge zur Entwicklungsgeschichte von Sciaphila sp. und Epirrhizanthes elongata Bl.* (FLORA, CI, p. 395.)
- Wolfe (J.-J.)**, 1904. — *Cytological studies on Nemalion*. (ANN. OF BOT., t. XVIII, p. 627.)
- Woodburn (W.-L.)**, 1911. — *Spermatogenesis in certain Hepaticae*. (ANN. OF BOT., t. XXV, p. 299.)
- 1913. — *Spermatogenesis in Blasia pusilla*. (IBID., t. XXVII, p. 94.)
- Woycicki (Z.)**, 1911. — *Die Endphasen der Pollenentwicklung bei Yucca recurva Salisb.* (SITZUNGSBER. WARSCHAUER GES. WISS., t. I, p. 17.)
- Yabe et Yasui (K.)**, 1913. — *On the life history of Ceratopteris thalictroides*. (BOT. MAG. TOKYO, t. XXVII, p. 233.)
- Yamanouchi (S.)**, 1901. — *Einige Bemerkungen über die Centrosomen in den Pollenmutterzellen von Lilium longiflorum*. (BEIH. ZUM. BOT. CENTRALBL., t. X, p. 301.)
- 1906. — *The life history of Polysiphonia violacea*. (BOT. GAZ., t. XLII, p. 401.)
- 1908. — *Sporogenesis in Nephrodium*. (IBID., t. XLV, p. 1.)
- 1909. — *Cytology of Cutleria and Aglaozonia*. (IBID., t. XLVIII, p. 380.)
- 1909b. — *Mitosis in Fucus*. (IBID., t. XLVII.)
- 1910. — *Chromosomes in Osmunda*. (IBID., t. XLIX.)
- 1912. — *The life history of Cutleria*. IBID., t. LIV, p. 441.)
- 1913. — *The life history of Zanardinia*. (IBID., t. LVI, p. 1.)
- Yasui (K.)**, 1911. — *On the life history of Salvinia natans*. (ANN. OF BOT., t. XXV, p. 469.)
- York (H.-H.)**, 1913. — *The origin and development of the embryo-sac and embryo of Dendrophthora opuntioides and D. gracile*. (BOT. GAZ., t. LVI, p. 89.)



EXPLICATION DES PLANCHES.

Les dessins ont été exécutés à la chambre claire, au grossissement uniforme de 2,250 diamètres (oculaire compensateur n° 18, objectif apochromatique de 2 millimètres (1,40 ouv. num.) de Zeiss.

PLANCHE I.

- FIG. 1. — *Campanula persicifolia*. Métaphase I avec 8 gemini.
 FIG. 2. — *Idem*. Métaphase II.
 FIG. 3. — *C. Rapunculus*. Métaphases II montrant un certain polymorphisme parmi les 10 chromosomes.
 FIG. 4. — *C. primulaefolia*. Métaphase I avec 13 chromosomes, dont 2 manifestement plus petits.
 FIG. 5. — *Idem*. Métaphases II.
 FIG. 6. — *C. Medium*. Métaphase I avec 17 gemini.

PLANCHE II.

- FIG. 1. — *C. Medium*. Métaphases homotypiques.
 FIG. 2. — *C. rotundifolia*. Métaphase I avec 34 chromosomes.
 FIG. 3. — *C. rapunculoides*. Métaphase I avec 51 chromosomes.
 FIG. 4. — *Crepis virens* type. Début de la diakinèse.
 FIG. 5, 6. — *Crepis virens* var. Même stade montrant un mégachromosome quadrivalent et deux gemini sensiblement égaux.

PLANCHE III.

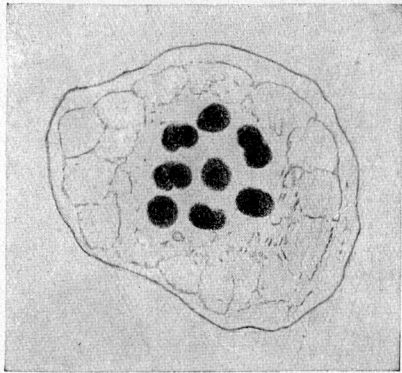
- FIG. 1. — *C. lacera*. Chromosomes définitifs au nombre de 4.
 FIG. 2. — *Idem*. Métaphase I.
 FIG. 3. — Chromosomes à la télophase I.
 FIG. 4 et 5. — *C. biennis*. Stade précédant immédiatement la diakinèse avec 16 gemini.
 FIG. 6. — *C. biennis*. Métaphase I.

PLANCHE IV.

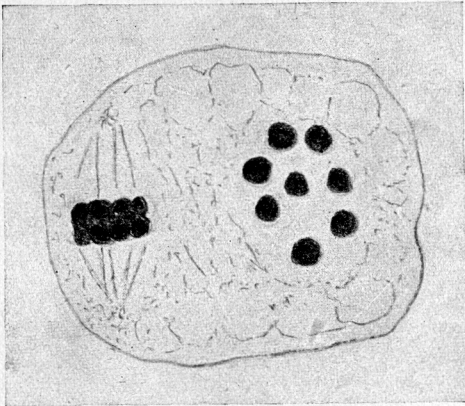
- FIG. 1. — *Paspalum dilatatum*. Chromosomes définitifs au nombre de 20.
 FIG. 2. — *P. stoloniferum*. Même stade avec 10 gemini.
 FIG. 3. — *Primula elatior*. Début de la diakinèse avec 9 gemini.
 FIG. 4. — *P. obconica*. Début de la diakinèse avec 12 gemini.
 FIG. 5. — *Idem*. Même stade. On compte ici 10 gemini et un mégachromosome tétravalent.
 FIG. 6. — *C. Auricula*. Même stade avec 27 gemini.

E. MARCHAL. — *Mém. de l'Acad. roy. de Belg.*
(*Classe des sciences*), t. IV, 1920.

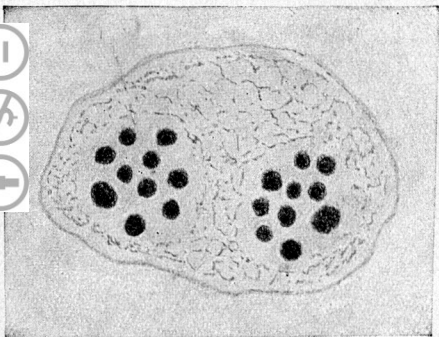
PLANCHE I.



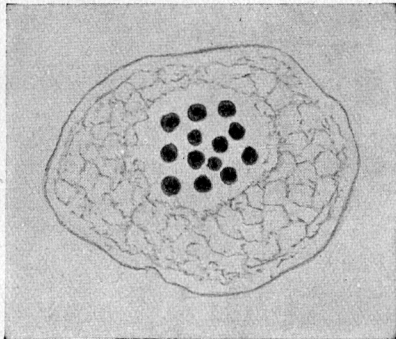
1



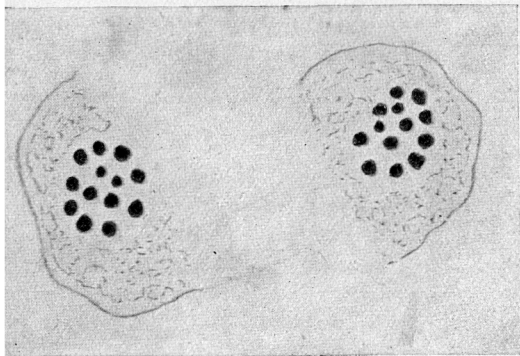
2



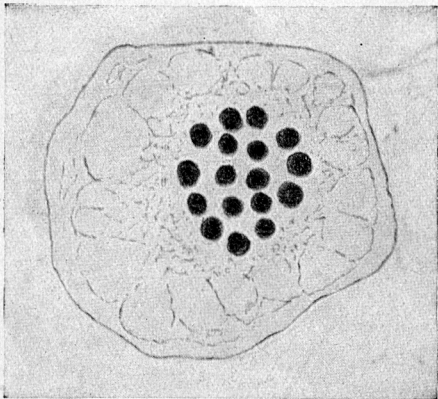
3



4

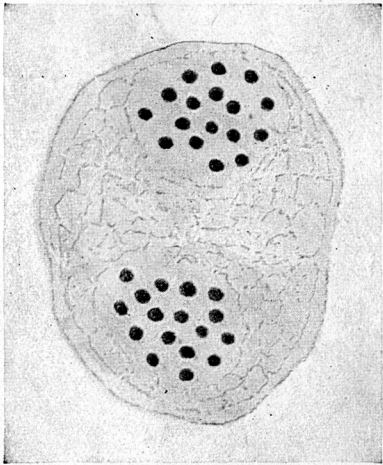


5

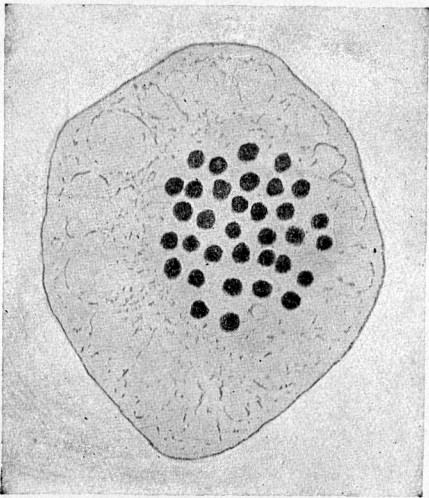


6

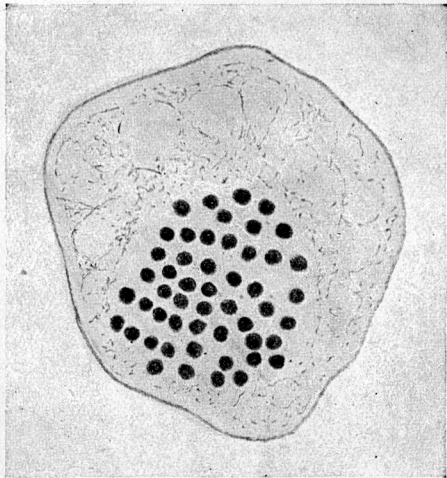




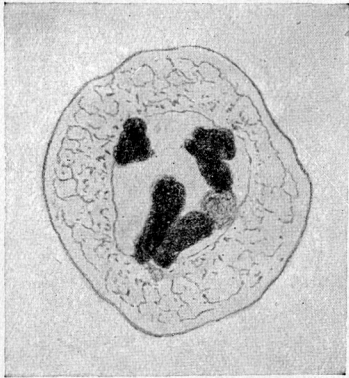
1



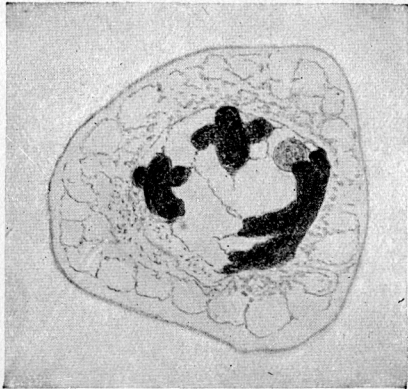
2



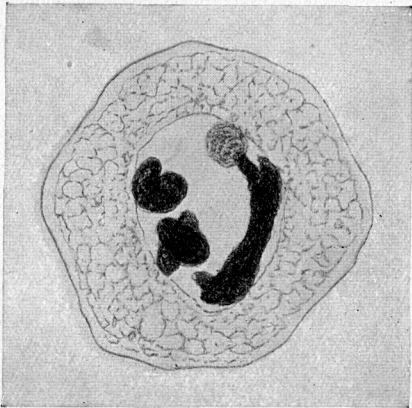
3



4



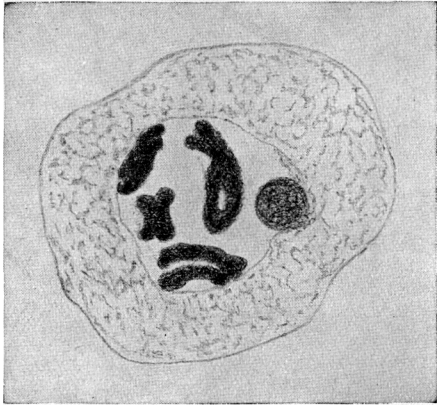
5



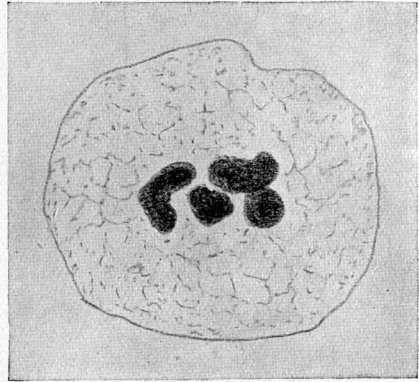
6



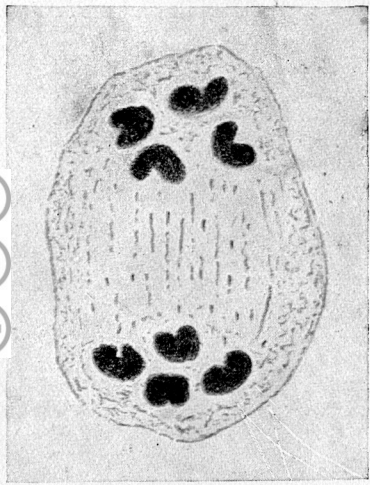




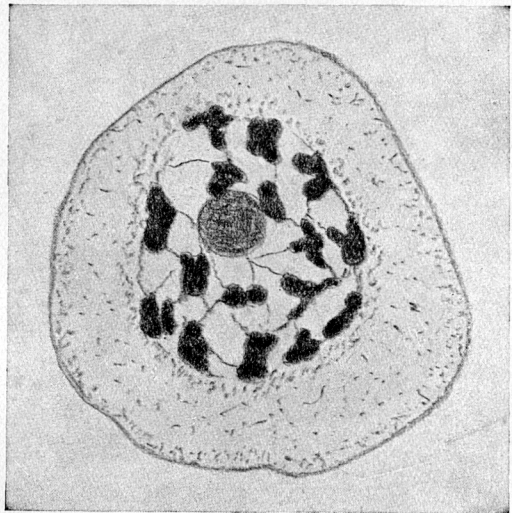
1



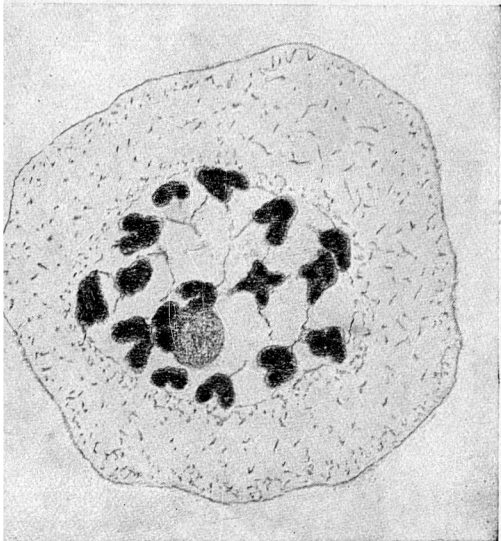
2



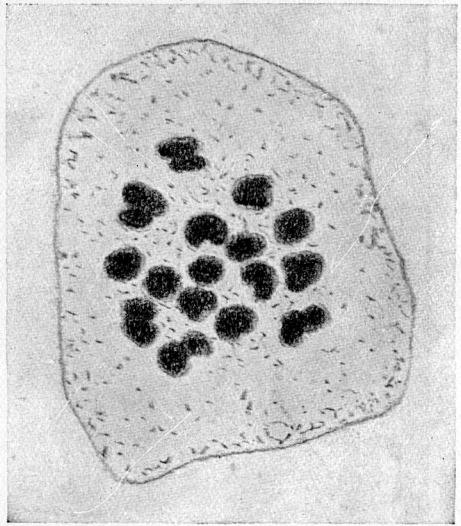
3



4

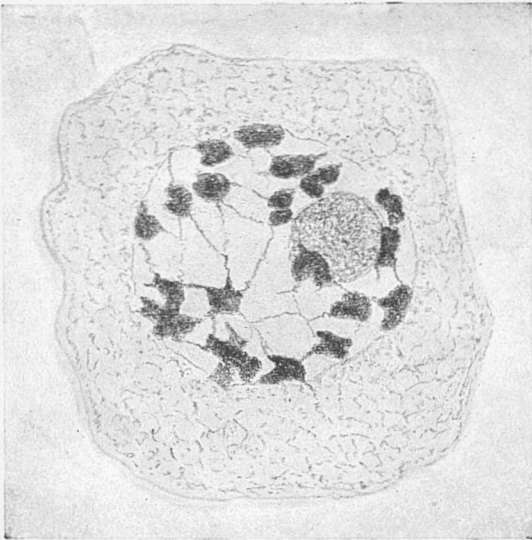


5

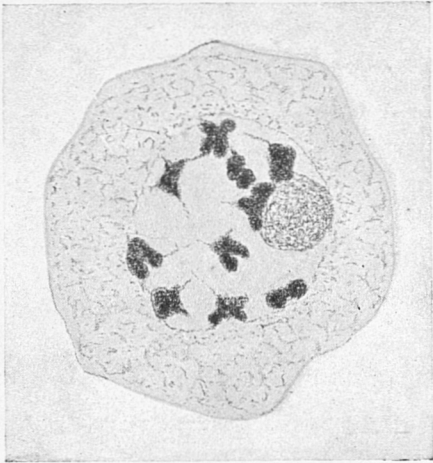


6

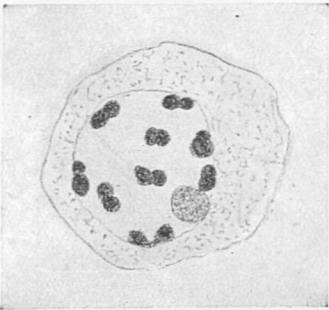




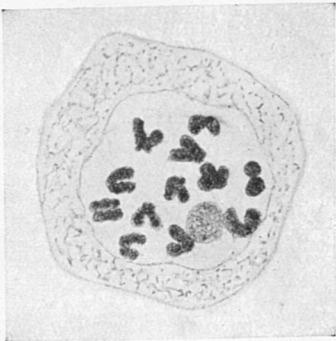
1



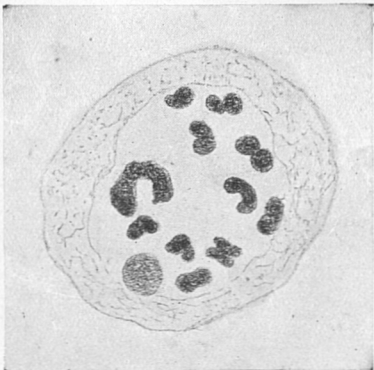
2



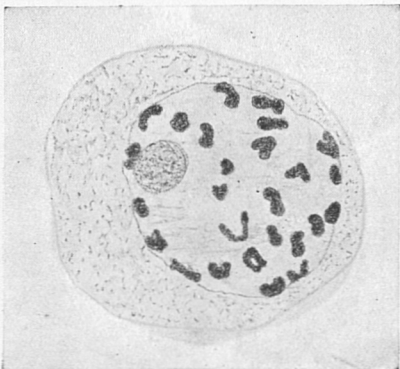
3



4



5



6



